

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Инновационные системы предупреждения возгорания на объекте.
Сравнительный анализ и рекомендации по применению

Обучающийся

Е.С. Ларина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.ф.-м.н. Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Теоретические аспекты систем предупреждения возгорания на объекте.....	8
1.1 Подбор и изучение отечественных и зарубежных научных публикаций.....	8
1.2 Способы предотвращения возгораний.....	14
1.3 Инновационные системы предупреждения возгорания.....	19
2 Анализ пожарной безопасности АО «Мягкая кровля».....	27
2.1 Оперативно-тактическая характеристика объекта.....	27
2.2 Прогноз развития пожара на рассматриваемом объекте.....	39
3 Мероприятия по обеспечению противопожарной защиты АО «Мягкая кровля».....	57
3.1 Патентно-информационный анализ существующих решений.....	57
3.2 Анализ эффективности предлагаемых решений для АО «Мягкая кровля».....	67
Заключение.....	72
Список используемых источников.....	74

Введение

Выбранная тема исследования – инновационные системы предупреждения возгорания на объекте. Сравнительный анализ и рекомендации по применению. Данная тема является достаточно актуальной в настоящее время, так как превентивные меры, обеспечивающие недопущение опасной ситуации, в области безопасности производства – передовой принцип обеспечения пожарной безопасности во всем мире.

Одно лишь обеспечение возможности тушения источников возгораний нельзя назвать единственным элементом системы пожарной безопасности. Данная система состоит из целого комплекса мер, обеспечивающих решение задач по предотвращению возникновения пожаров и распространения пламени. Современные методики предотвращения воспламенений помогают обеспечить возможность практического решения таких задач.

Объектом исследования является система противопожарной безопасности АО «Мягкая кровля», находящийся на территории г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1.

Предмет исследования – решения по противопожарной защите способом применения инновационных систем по предупреждению возгорания.

Цель исследования: анализ способов обеспечения пожарной безопасности и разработка решений по применению инновационных систем по предупреждению возгорания.

Гипотеза исследования состоит в том, что разработка решений по противопожарной защите организации и разработка решений по применению инновационных систем по предупреждению возгорания будет эффективной, если:

- изучены современные направления способов по применению инновационных систем по предупреждению возгорания;

- проведен анализ практических решений, способных обеспечить пожарную безопасность в АО «Мягкая кровля».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить теоретические аспекты систем предупреждения возгорания на объекте;
- провести анализ пожарной безопасности АО «Мягкая кровля»;
- предложить мероприятия по обеспечению противопожарной защиты АО «Мягкая кровля».

Теоретико-методологическая основа исследования: публикации и исследования по применению инновационных систем по предупреждению возгорания, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Базовыми для настоящего исследования явились также: ресурсы патентных источников.

Методы исследования:

- анализ источников нормативного характера по пожарной безопасности;
- изучение технических данных объекта защиты;
- анализ новых применения инновационных систем по предупреждению возгорания, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Опытно-экспериментальная база исследования – АО «Мягкая кровля», находящийся на территории г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1.

Научная новизна исследования заключается в:

- разработке методики новых типов инновационных систем по предупреждению возгорания, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Теоретическая значимость исследования характеризуется возможностью теоретического применения полученных результатов исследования на складских помещениях промышленных предприятий.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предлагаемый новый тип инновационных систем по предупреждению возгорания, позволит повысить уровень пожарной безопасности торгового объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования достигнута за счет анализа публикаций современных выпусках зарубежных и российских изданий об инновационных систем по предупреждению возгорания.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в принятии участия проведения экспериментальных исследований инновационных систем по предупреждению возгорания.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях:

Участие в международной научной конференции журнала «Точная наука» №135, выступление на тему: Методы предотвращения возгораний.

На защиту выносятся:

- проведенное теоретическое обоснование применения новых типов инновационных систем по предупреждению возгорания;
- способ внедрения комплексной системы OxyReduct.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 8 рисунков, 12 таблиц, список использованной литературы (36 источников). Основной текст работы изложен на 77 страницах.

Термины и определения

В настоящем отчете используются следующие термины и определения:

Допустимый пожарный риск – «пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий» [11].

Пожарная безопасность – «состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров» [11].

Пожарный риск – «мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и её последствий для людей и материальных ценностей» [11].

Превентивные меры – это коллективные меры в международном праве, применяемые международным сообществом на основе Устава ООН и призванные предупредить угрозу миру, нарушение мира или акт агрессии [8].

Противопожарная защита – это «совокупность организационно–технических мероприятий, конструктивных и объемно–планировочных решений, а также технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материальных потерь от пожара» [8].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящем отчете используются следующие сокращения и обозначения:

АГ – автомобиль газодымозащитной службы;

АЛ – автолестница;

АР – автомобиль рукавный;

АЦ – автоцистерна пожарная;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

КПП ГДЗС – контрольно–пропускной пункт газодымозащитной службы;

КСС – комплект спасательного снаряжения.

НБУ – начальник боевого участка;

НТ – начальник тыла;

НШ – начальник оперативного штаба;

ПБ – пост безопасности;

ПГ – пожарный гидрант;

ПК – пожарный кран;

ПНС –пожарная насосная станция;

ПСГ – поисково–спасательная группа;

ПТВ – пожарно–техническое вооружение;

РТП – руководитель тушения пожара.

1 Теоретические аспекты систем предупреждения возгорания на объекте

1.1 Подбор и изучение отечественных и зарубежных научных публикаций

При проведении литературного обзора по теме магистерской диссертации были подобраны следующие источники научной литературы:

И.Л. Саво «Пожарная безопасность»: «изложен теоретический материал по вопросам пожарной безопасности, практический материал по планированию, организации и проведению мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и опыт работы по формированию основ противопожарной культуры» [28].

В издании С.Н. Смирнова аспекты пожарной безопасности посвящены: «всем аспектам планирования, организации и непосредственного осуществления мероприятий по противопожарной безопасности на уровне отдельно взятого хозяйствующего субъекта. Исследуются также методы обучения мерам пожарной безопасности, подготовки зданий, помещений и территорий организации, требования к эксплуатации соответствующего оборудования. Не обойдены вниманием вопросы подтверждения соответствия в области пожарной безопасности, формирования декларации пожарной безопасности, признания расходов на проведение противопожарных мероприятий в целях налогообложения прибыли, а также актуальные на сегодняшний день моменты, связанные с порядком проведения органами государственного пожарного надзора проверок и привлечения организаций и их должностных лиц к установленной законом ответственности» [32].

Т.Ю. Еремина «Эффективные решения в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений в Российской Федерации»: «Проанализированы проблемы обеспечения пожарной безопасности

современных сооружений с учетом статистики пожаров за последние годы. Рассмотрены возможные варианты использования сооружений, стадийность их эксплуатации. Проведен сравнительный анализ российских и международных нормативных документов. Обсуждаются вопросы актуализации нормативно-технической документации в области пожарной безопасности. Предложены инновационные решения в работе по обеспечению комплексной безопасности. Выделены основные направления дальнейшей работы по обеспечению комплексной безопасности объектов» [10].

Учебное пособие О.М. Лепешкина содержит: «основные вопросы организации защиты объектов с помощью технических средств и систем безопасности. Представлены системы контроля и управления доступом, видеонаблюдения в рамках структуры систем безопасности. Приведены основные сведения о современных технических средствах охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации, их классификация, технические характеристики, типовые варианты применения на основе интегрированных систем охраны, а также особенности их монтажа и эксплуатации. Изложены требования нормативных и руководящих документов по вопросам проектирования, монтажа и эксплуатации технических средств; освещены вопросы техники безопасности» [15].

В публикации Р.Г. Магауенова: «большое внимание уделено задачам разработки и эксплуатации технических средств охранной сигнализации, вопросам методологии их создания и применения как элементов технических систем обеспечения комплексной безопасности объектов охраны» [16].

Ю.М. Михайлов отмечал в своей книге: «ключевые вопросы обеспечения пожарной безопасности предприятия. Приводится примерный текст инструкции о мерах пожарной безопасности» [18].

Содержание учебника В.П. Соломина охватывает: «основные стороны безопасной жизнедеятельности человека, организацию безопасного производства; охрану труда; прогнозирование, предупреждение и

ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального характера» [33].

В книге В.С. Федорова изложены краткие сведения о: «возникновении и развитии пожара. Приведены пожарно-техническая классификация строительных материалов, конструкции, зданий и методы определения пожарно-технических показателей строительной продукции. Представлены противопожарные требования к строительным объектам с учетом функционального назначения и этажности. Изложены физические основы огнестойкости зданий и основные положения теории расчета термосилового сопротивления конструкций из композиционных материалов в условиях пожара» [35].

Источники периодических изданий:

В.П. Азаров «Анализ сценариев возможного развития пожаров в зданиях учреждений, построенных по типовым проектам»: «проведен анализ существующей методики расчета времени эвакуации, рассмотрены наиболее сложные случаи эвакуации людей и тушения пожара» [1].

В.П. Азаров «О расчёте времени эвакуации людей при обеспечении пожарной безопасности зданий учреждений»: «проведен анализ факторов, влияющих на расчет времени эвакуации людей при обеспечении пожарной безопасности зданий учреждений по существующей методике расчета эвакуации» [2].

В публикации Ю.А. Аниськиной рассмотрен вопрос: «влияния автоматических систем пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на время начала эвакуации. Установлены основные этапы, определяющие время от момента возникновения пожара до начала оповещения: техническая инерционность систем пожарной автоматики, программируемые задержки оповещения, обусловленные действиями оператора» [6].

В статье Т.А. Клепининой рассмотрены: «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и

научно-технического характера образуют систему обеспечения пожарной безопасности» [12].

М.А. Правдов «Пространственно-временная структура ходьбы у людей и «схема тела»: Охарактеризована временная структура ходьбы, длина шагов в ходьбе (сигнал хлопущей на 3-м шаге), скорость переноса ноги при ходьбе, временная структура ходьбы, длина шагов при ходьбе (сигнал хлопущей перед началом движения), скорость переноса ноги при (при сигнале хлопущей перед началом движения)» [24].

Г.И. Рудченко при анализе нормативных документов поднимает в своей статье: «актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности на объектах с пребыванием людей. В частности, обозначены основные проблемы в данной сфере, выявленные в учреждениях» [27].

В исследовании Д.А. Самошина проведен анализ: «отечественных и зарубежных исследований времени начала эвакуации. Показано, что в настоящее время нет единой концепции по нормированию данного параметра. Проведены экспериментальные исследования поведения людей с различными физическими возможностями в процессе их подготовки к началу эвакуации в зданиях учреждений и жилых зданиях. Установлено, что на формирование исследуемой характеристики наибольшее влияние оказывают два фактора – мобильность основного функционального контингента и наличие персонала, причем второй является наиболее значимым. Впервые создана представительная база статистических данных значений времени начала эвакуации в ночное время из зданий с наиболее сложным основным функциональным контингентом, достоверность которой опирается на выверенные методы натурных наблюдений и методы статистического анализа» [29].

Также Д.А. Самошин при изучении проблем нормирования времени начала эвакуации анализирует: «проблемы, связанные с изучением времени начала эвакуации людей в нашей стране и за рубежом. Рассмотрена история нормирования этой величины в различных нормативных документах;

отмечено, что и существующая на сегодня имеет место недостаточность отображения этой величины в практике нормирования. В качестве основных проблем нормирования отмечается ошибочность правоприменительной практики трактования времени начала эвакуации как времени ожидания начала эвакуации. Указывается, что тип системы оповещения оказывает влияние на время начала эвакуации противоположным образом, чем принято считать в настоящее время, т. е. чем выше тип СОУЭ, тем больше время начала эвакуации. Излагаются научно-методические принципы и методы проведенных исследований, основанные на концепции психофизической обусловленности вероятности поведения людей на этапе формирования времени начала эвакуации» [30].

С.В. Слюсарев при определении параметров движения людей для определения расчетного времени эвакуации из зданий с их массовым пребыванием провел «анализ научной литературы, позволивший разработать классификацию по группам мобильности. Осуществлены исследования процесса эвакуации в учреждениях. В результате обработки эмпирических данных были получены зависимости между параметрами их движения: скоростью, плотностью потока и эмоциональным состоянием. Показано, что полученные данные позволяют повысить точность расчетных оценок уровня безопасности людей, а также сформировать информационный массив для совершенствования нормативной базы в области нормирования размеров эвакуационных путей и выходов в зданиях с их массовым пребыванием» [31].

В.В. Холщевников в своей публикации рассматривает: «проблемы обеспечения пожарной безопасности людей с ограниченными возможностями, число которых в настоящее время в нашей стране превышает 50 млн. чел. Показано, что особенно сложно обеспечить безопасность людей в местах их массового пребывания. Рассмотрены параметры движения людей, способных к самостоятельной эвакуации. Установлено, что параметры их движения описываются тем же видом

зависимости, что и для других возрастных групп, но с другими значениями ее параметров. Исследованы особенности спасения немобильных и нетранспортабельных людей. Приведена аналитическая зависимость, позволяющая оценить необходимое количество рейсов для спасения немобильных людей различным числом спасателей. Даны предложения по организации спасения людей с помощью лифтов и путем вывода их в специально организованные пожаробезопасные зоны» [36].

Авторефераты и диссертации:

А.О. Андреев «Экспресс-оценка возможностей первичных средств пожаротушения в управленческих решениях при осуществлении государственного пожарного надзора»: Проблемы информационного обеспечения оперативных управленческих решений при организации тушения пожаров первичными средствами пожаротушения. Осуществлена оперативная обработка информации при определении угрозы людям. Проведена оценка эффективности использования первичных средств пожаротушения» [5].

Статистические источники:

Информационно-аналитический сборник «Государственный надзор МЧС России в 2021 году». В сборнике опубликован «обзор основных результатов деятельности органов государственного надзора МЧС России в 2021 году» [9].

Нормативные документы:

Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». Данный закон определяет «общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами, должностными лицами, гражданами, в том числе индивидуальными предпринимателями» [20].

Федеральный закон от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». «Настоящий Федеральный закон принимается в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает минимально необходимые требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, производственным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения» [34].

По результатам анализа литературных источников, можно сказать, что тема разработки инженерных методов обеспечения пожарной безопасности изучена в достаточно полном объеме. Но нельзя забывать о необходимости разработки и совершенствования в области инженерных методов обеспечения пожарной безопасности.

1.2 Методы предотвращения возгораний

Мероприятия, реализуемые с целью обеспечения пожарной безопасности объектов, направлены на:

- «предотвращение возникновения и распространения возгораний;
- обнаружение возгораний на самой ранней стадии и быстрое оповещение с целью принятия адекватных мер;
- тушение возгораний» [19].

В настоящее время специалистами разработан обширный комплекс решений, которые могут использоваться для предотвращения возможности возникновения воспламенений. Анализируя перечень этих решений, нужно отметить, что здесь речь идёт не только об использовании не горящих материалов, так как одновременно при разработке конструкций могут применяться материалы, которые будут оказывать значительную помощь в деле повышения стойкости конструкций к возможному воздействию

пламени, но и ранее обнаружение возгораний. Специалисты отмечают, что перечисленные методы являются пассивными. При разрешении вопроса использования активных методов, можно отметить, что они в состоянии продемонстрировать более высокую эффективность противодействия огню. На текущий момент в нашей стране активные методы используются с недостаточной степенью интенсивности.

«При отсутствии одного из указанных факторов горение исключается. если в защищаемом помещении уменьшить концентрацию кислорода, цикл горения становится невозможным. Существуют два варианта распределения газов в атмосферном воздухе. Первый вариант соответствует составу обычного атмосферного воздуха на уровне моря, второй вариант - атмосфере с обедненным содержанием кислорода за счет увеличения концентрации азота (данный вариант распределения воздуха газов в атмосфере соответствует высоте 2700 м над уровнем моря)» [14].

Варианты распределения газов в атмосферном воздухе отражены на рисунке 1.

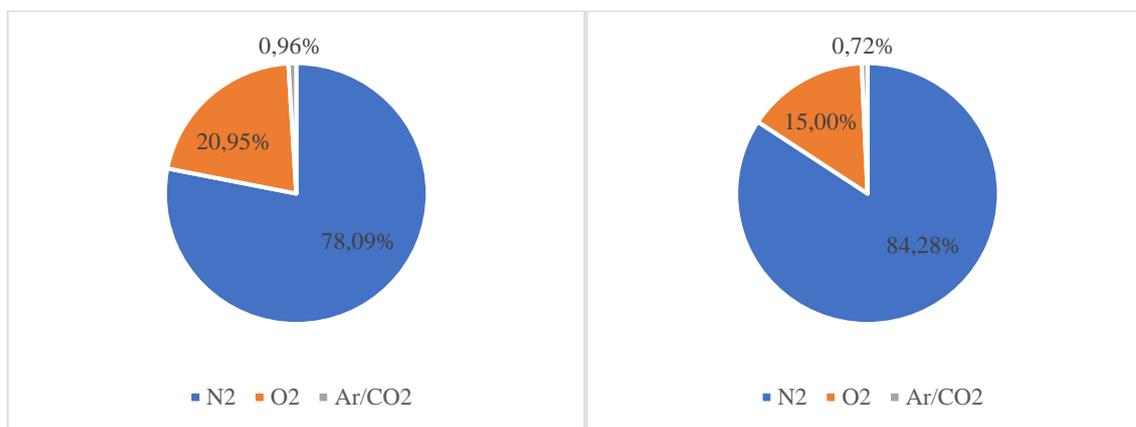


Рисунок 1 – Два варианта распределения газов в атмосферном воздухе

«Уменьшая концентрацию кислорода, например за счет закачивания азота в защищаемое помещение, можно создать условия, при которых горение будет невозможно. Остаточная концентрация кислорода

определяется исходя из типа материала, находящегося в помещении» [3].

Выбор с указанной целью азота определяют следующие факторы:

- «это базовой компонент воздуха;
- быстро и равномерно распределяется по объему помещения;
- может быть легко получен непосредственно на месте» [3].

Если говорить о классическом алгоритме воплощения на практике технологии борьбы с огнём, нужно отметить, что в качестве её основы выступает принцип снижения в границах воздушной среды концентрации кислорода, для чего реализуются мероприятия по нагнетанию в пространство рассматриваемого помещения азота, в этом случае в обязательном порядке подразумевается использование компрессора, наряду с азотным генератором, также используется комплекс автоматики, выполняющей функции контроля в отношении уровня концентрации кислорода, для того чтобы при необходимости своевременно осуществить запуск системы нагнетания азота.

Дополнительными мерами обеспечения защиты будут являться:

- «определенная герметизация помещения;
- замкнутое кондиционирование воздуха;
- минимизация поступлений наружного воздуха в защищаемое помещение и, при необходимости, шлюзование» [22].

В перечень основных объектов, на которых допускается использование системы нагнетания азота, необходимой для снижения с её помощью параметров концентрации в структуре воздушной смеси кислорода, требуется включить следующие:

- «серверные;
- телекоммуникационные сетевые узлы;
- распределительные станции;
- телефонные станции;
- центры управления;
- архивы электронных данных;
- музейные хранилища;

- библиотеки;
- банковские хранилища» [25].

Такого рода технологические решения, создающие условия для сведения к минимуму возможной вероятности возникновения возгораний, позволяют достичь наиболее высокого показателя своей продуктивности в том случае, когда реализуется серия мероприятий, направленных на защиту от возгорания помещений, чья основная характеристика заключается в значительном внутреннем объеме. При использовании рассматриваемых решений в конечном счете создаются такие условия, при которых итоговая стоимость воплощения данного решения на практике демонстрирует гораздо меньшие значения в сравнении с общей стоимостью систем, основным принципом функционирования которых является газовое или жидкостное тушение возгораний. По той причине, что в основе такого рода систем лежит принцип снижения концентрации кислорода в структуре воздушной среды, требуется обеспечить решение множества дополнительных вопросов, касающихся приведения в соответствие медицинские показания людей.

По итогам производства соответствующих медицинских испытаний и исследований были получены результаты, свидетельствующие о том, что практически каждый человек, у которого отсутствуют различные сердечные заболевания, проблемы с сосудистой системой и органами дыхания, может впоследствии без каких-либо затруднений находиться на объекте, где концентрация кислорода в воздухе может варьироваться в пределах от 17 до 21%, при этом сохраняя промежуток времени около шести часов. Также, в исследованиях было отмечено, что полностью здоровые люди могут находиться даже более шести часов на объекте, где концентрация воздуха может быть менее 13%.

Более точные значения общего периода времени, в течение которого люди могут находиться в помещениях, где предполагается использование подобной системы снижения концентрации кислорода в воздушной смеси,

можно получить из технической документации, которая идёт в комплекте с такого рода системами технического оснащения [7].

Существуют специфические объекты, где практическое использование классическим систем пожаротушения оказывается неэффективным решением. Практика показывает, что применение классической сплинкерной системы пожаротушения в культурных объектах может привести к потере таких сооружений как памятников архитектуры в случае возникновения пожаров. Также к числу существенных проблем стоит отнести возможность применения для тушения пожаров воды в высотных сооружениях. В данном случае проблема заключается в сложности подачи на большую высоту больших объемов воды, а также в том, что возникает необходимость обеспечения отвода больших объемов воды. Кроме того, использование классической технологии пожаротушения с помощью воды неизбежно приводит к удорожанию стоимости восстановительных работ. Именно по этой причине при наступлении подобных ситуаций гораздо больший эффект будет достигаться тогда, когда будет принято решение о применении систем, в которых предполагается использование наименьшего объёма воды. В частности, в роли системы подобного типа выступает технология тушения пожаров, где предполагается применение тонкораспыленной воды, для создания с её помощью водяного тумана.

В процессе функционирования классических сплинкерных противопожарных систем обеспечивается образование капель воды минимальных размеров не более 2 мкм. В конечном счёте в результате воплощение на практике подобного технического решения создаются необходимые условия и предпосылки для роста показателя эффективности связывания в воздушной смеси кислорода. Кроме того, ещё одним значимым положительным эффектом является рост эффективности показателя тепловой энергии, которая выделяется в случае возгорания. Таким образом формируется прочная основа для достижения надлежащей результативности их в процессе тушения воспламенении, когда еще одним значимым

положительным эффектом является использование гораздо меньшего объема воды.

Применение особой формы для форсунок, обеспечивающих подачу воды, помогает получать мелкие капли воды. Применяемые при прокладке трубопровода трубы отличаются наличием особых винтовых соединений, что помогает сделать процесс монтажа более быстрым и надежным. Компании-производители также предлагают своим клиентам возможность воспользоваться рекомендациями, касающимися применения форсунок различной конструкции в зависимости от того, где именно будет применена система пожаротушения.

Итоговый выбор в пользу использования той или же иной системы пожаротушения должен быть обусловлен спецификой назначения помещения, особенностями и стоимостью находящихся в помещении объектов.

Современный отечественный рынок противопожарных систем предлагает широкий выбор различных технических решений, удовлетворяющих любые требования.

1.3 Инновационные системы предупреждения возгорания

Пожарная безопасность и ее обеспечение – одни из самых главных сторон в любой сфере деятельности людей. Наиболее важным является предупреждение возгораний, а не борьба с пожаром, но в случаях возникновения пожара следует в кратчайшие сроки найти и ликвидировать источник огня. В современных условиях использование автоматических систем пожаротушения и систем сигнализаций и оповещения, обеспечивающих раннее обнаружение возгорания, позволяют минимизировать наносимый пожаром ущерб и предотвратить гибель людей, также они обеспечивают сокращение косвенных потерь от остановок технологического оборудования и прекращения производства.

Действующие системы раннего обнаружения источников возгорания используют классические пожарные извещатели-датчики или опираются на видео-аналитические решения.

Последний вариант противопожарных систем на основе видео-аналитического решения, использующих детекторы дыма и повышения температуры, стал альтернативой системам на пожарных извещателях, работа данной системы обрабатывает видеоизображения помещений, анализирует их и вырабатывает решение.

Основными преимуществами детектора огня и дыма на основе видеоаналитики также являются:

- «минимальное время реакции на возгорание;
- большой объем контролируемых зон и помещений;
- возможность обнаружения бездымного возгорания, а также огня с низкой температурой пламени;
- возможность автоматического обнаружения присутствия посторонних объектов в контролируемой зоне;
- возможность видеоверификации возгорания;
- возможность развертывания противопожарной видеоаналитики на базе существующей системы видеонаблюдения;
- возможность записи и хранения видео для последующего изучения причин возгорания» [17].

Система противопожарной защиты, основанная на использовании пожарных извещателей, на первый взгляд схожа с видео-аналитической системой, но датчики в них обладают разной степенью реакции (время срабатывания) на воспламенение, поскольку ориентированы на различные факторы пожаров и их концентрацию: дым, рост температур, огонь.

Принцип действия любого пожарного извещателя основан на выявлении определенных факторов возгорания:

- «дыма (дымовые пожарные извещатели);
- температуры (тепловые пожарные извещатели);

- огня (датчики пламени);
- механического воздействия человеком (ручные пожарные извещатели);
- одновременное обнаружение нескольких признаков (комбинированные)» [23].

Так называемые дымовые датчики-извещатели срабатывают на наличие в окружающей среде твердых частичек, возникающих при частичном сгорании материала, другими словами, при изменении плотности воздуха окружающего пространства в местах их установления.

Срабатывание точечного датчика (извещателя) происходит в случае появления дыма, находящегося в непосредственной близости с этим устройством (расстояние от точки его монтажа), общая зона охвата пространства, которую обеспечивает этот датчик находится в состоянии прямой связи с общими параметрами извещателя, причем успехом здесь является высота его монтажа, особенности архитектуры помещения где устанавливаются эти устройства [40].

При производстве монтажных работ по установке извещателей необходимо строго соблюдать строительные нормы (СНБ). Обозначенные извещатели оснащены оптической камерой, через которую обеспечивается естественное прохождение воздуха, электронная схема датчика призвана выполнять функции анализатора на предмет отслеживания особенностей состояния воздуха в камере по итогам обработки этих показателей в дальнейшем полученные результаты передаются элементу контроля. Состояние воздуха оценивается через инфракрасное излучение, проходящее от источника к приемнику.

В случае возникновения пожара в воздухе образуются твердые частички, попадающие в оптическую камеру извещателя, которые способны отражать луч инфракрасного излучения, луч от источника падает на приемник, т.е. цепь замыкается и данный сигнал подается по схеме далее на обработку и анализ.

К достоинствам таких извещателей стоит отнести существующие невысокие цены и простоту установки.

К недостаткам – их нельзя использовать там, где применяются материалы, не выделяющие дым при горении (тлении); в помещениях с большим содержанием пыли возможны частые ложные срабатывания; не устойчивы при возникновении электромагнитных помех.

Линейный извещатель срабатывает на фактор пожара – дым, появляющийся по линии зоны охвата его действием, т.е. линия между излучателем и приемником либо отражателем. Общий размер зоны действия определяется техническими параметрами извещателя и в особых случаях, когда их конструкция наиболее удачна, этот показатель может составлять не менее 100 м. В рассматриваемом типе извещателей предполагается использование инфракрасного луча проходит между источником и приёмником, а они в свою очередь сфокусированный между собой [38].

В процессе исполнения источника и приёмника может использоваться схема их выполнения в виде отдельных модулей, а также допускается схема их выполнения в виде одного модуля, когда дополнительно используется отражатель (однокомпонентное исполнение). Если имеет место факт возгорания, то он сопровождается возникновением дыма, а в качестве соответствующего сигнала на отработку извещателя выступит снижение интенсивности инфракрасного луча на приемнике.

К достоинствам таких извещателей относится эффективность использования их на значительных площадях (спортивные, складские помещения и пр.).

К недостаткам – в линии прохождения инфракрасного луча не должны находиться предметы; их нельзя использовать там, где применяются материалы, не выделяющие дым при горении [37].

Ионизационный извещатель устроен на основе реакции при изменении ионизационного сигнала от частиц дыма, попадающих в рабочую камеру устройства. В измерительной камере находятся 2 металлические пластины с

подачей на них напряжения, между которыми помещен источник – альфа-излучатель, за счет него происходит ионизация воздуха и по электрической схеме идет ионизационный ток. При выделении частиц в воздух от процесса горения, появляются дополнительные ионы, из-за этого идет снижение скорости ионов, в итоге сокращается ионный ток. Извещатель срабатывает на падение уровня сигнала до установленного значения. По своему внешнему виду данный тип извещателей схож с точечными дымовыми, но на их корпус устанавливается знак «радиационная опасность».

К достоинствам стоит отнести достаточно быструю реакцию на частицы дыма, попадающих в рабочую камеру устройства.

К недостаткам стоит отнести: нежелательное их использование в местах постоянного пребывания людей, а для ряда помещений их установка запрещается; неэффективны для выявления тлений, т.к. при тлении идет выделение крупных частиц дыма.

Аспирационный извещатель имеет высокоточный и надежный лазерный извещатель, размещенный в герметичном корпусе. По системе трубок к этому корпусу подается воздух из различных контролируемых участков.

Сами отверстия в трубках для взятия воздуха малого диаметра, трубки можно легко при монтаже скрыть под декором, что позволят данные извещатели устанавливать в помещении не нарушая гармонию интерьера.

Один лазерный извещатель позволяет контролировать не одну систему трубок, которые могут иметь разный диаметр (до 20 мм), отверстие для забора воздуха может быть диаметром до 3 мм. На конце трубок устанавливают заглушки, имеющие отверстие диаметром в 2 раза превышающей диаметр трубки, что обеспечивает достаточный захват воздуха и циркуляцию его по трубке. В трубках разрешено устанавливать определенные фильтры, производящие очистку воздуха и убирающие конденсат и пр.

К достоинствам стоит отнести контролирование полного объема помещения от вероятных воспламенений; использование в местах, где обычные извещатели искажают эстетику помещения.

Из недостатков можно отметить одно – трудоемкость монтажа [41].

Тепловой извещатель устроен на принципе подачи сигнала, получаемого через замыкание или размыкание чувствительного к температурам элемента, когда в случае возгорания происходит резкое увеличение температуры в окружающем от извещателя пространстве.

«В таких извещателях используется термочувствительный элемент на основе свойств биметаллических или магнитных материалов. Под воздействием температуры биметаллические материалы меняют свою форму и механически воздействуют на контакт. А при воздействии температуры на постоянный магнит, свойства постоянного магнита меняются и соответственно меняется воздействие магнита на магнитно-управляемый контакт (геркон)» [13].

Преимущества: «определяют возгорание материалов, не выделяющих при горении дым. Недостатки: большая инерционность срабатывания» [13].

«Линейные извещатели, которые внешне представляют из себя обычный кабель небольшого сечения. Область применения этих извещателей определяется большой протяженностью помещения, взрывоопасностью и пожароопасностью помещения, присутствием влаги пыли, повышенной загрязненностью, агрессивностью среды. К таким помещениям можно отнести предприятия нефтегазового комплекса, металлургическое и химическое производство, кабельные коллекторы и каналы, транспортные и технологические тоннели» [7].

Извещатель пламени основан на принципе реагирования на инфракрасный либо ультрафиолетовый спектры в созданном во время горения веществ и материалов излучении. Данный тип извещателей (извещатель пламени) обладает малым временем срабатывания (быстрое реагирование) при появлении воспламенения. Наибольшую эффективность

они приносят в ситуациях воспламенения жидкости, газа, т.е. при наличие устойчивого пламени, это может быть также начальный этап пожара иных материалов. Данные извещатели будут неэффективными при процессе тления и в помещениях, где в основном используются материалы не горящие, а тлеющие. К основным свойствам такого извещателя относятся значения угла обзора и расстояния его действия.

В современных извещателях пламени, имеющих инфракрасный сенсор, срабатывание происходит на определенный, характерный спектр излучения в пламени. Помимо выявления данного спектра при воспламенении, извещатели анализируют изменение частоты излучения во избежание ложного включения тревоги от других источников инфракрасного излучения: ламп, солнца, технологического оборудования и пр.

В случае выявления спектра излучения с заданными параметрами извещателя (длина волны, частота), происходит срабатывание и подается тревожный сигнал. Данный тип извещателей не рекомендуют устанавливать в местах с расположенными нагревательными приборами открытого типа, чтобы не допускать ложного срабатывания [39].

Если извещатель пламени имеет инфракрасный сенсор, его можно использовать в помещениях, где при возгорании материалы выделяют дым и не выделяют (бездымное горение). «Извещатель, имеющий ультрафиолетовый сенсор обладают большей чувствительностью и помехоустойчивостью при бездымном воспламенении и снижает эти параметры при выделении значительного количества дыма» [35]. Извещатели с ультрафиолетовым сенсором могут иметь ложное срабатывание на излучения от разнообразных бытовых или производственных устройств, испускающих при работе ультрафиолетовое излучение (фотовспышка, газовые лампы, сварочный аппарат и др.). Такое ложное срабатывание возможно и в том случае, когда такое оборудование располагается за пределами зоны действия извещателя, размеры которой находятся в его техническом паспорте. В помещениях, в которых имеется вероятность

создания подобных случаев (излучения различных спектров), рекомендуется устанавливать извещатели комбинированного действия, которые обеспечат отсутствие ложных срабатываний. Такие извещатели комбинированного действия обладают одинаковой чувствительностью в любой точке зоны их действия, однако на сегодняшний день широкое их применение ограничено из-за высокой стоимости, используют их в основном на объектах особой важности.

Выводы по первому разделу

По результатам исследования, проведенного в первом разделе можно отметить, что эффективность противопожарных систем возможна при комплексном использовании разных типов классических извещателей. Такой подход позволит обеспечить своевременное выявление пожара на его начальном этапе. Но стоит отметить, что использование целого комплекса разнотипных извещателей в противопожарной системе не всегда оправдано и уместно, поскольку не соответствует ряду факторов: высокая стоимость системы, наличие эстетических требований, необоснованная сложность монтажных работ и др.

Элементная база противопожарных систем постоянно совершенствуется, но достичь высокого уровня безопасности с системами, использующие классические пожарные извещатели, не всегда удается, следует прибегать к инновационным разработкам в области обеспечения пожарной безопасности.

2 Анализ пожарной безопасности АО «Мягкая кровля»

2.1 Оперативно-тактическая характеристика объекта

Объект АО «Мягкая кровля» расположен на территории г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1. «Занимает территорию 20,5 га, из которой под застройкой 10,84 га, коэффициент застройки 48,3%. Расстояние до ближайшего пожарного подразделения (4 пожарная часть) составляет 2,5 км. Въезд на территорию через центральные ворота КПП. Объект предназначен для выпуска кровельных изделий и картона» [26].

Схема проезда к АО «Мягкая кровля» представлена на рисунке 1.

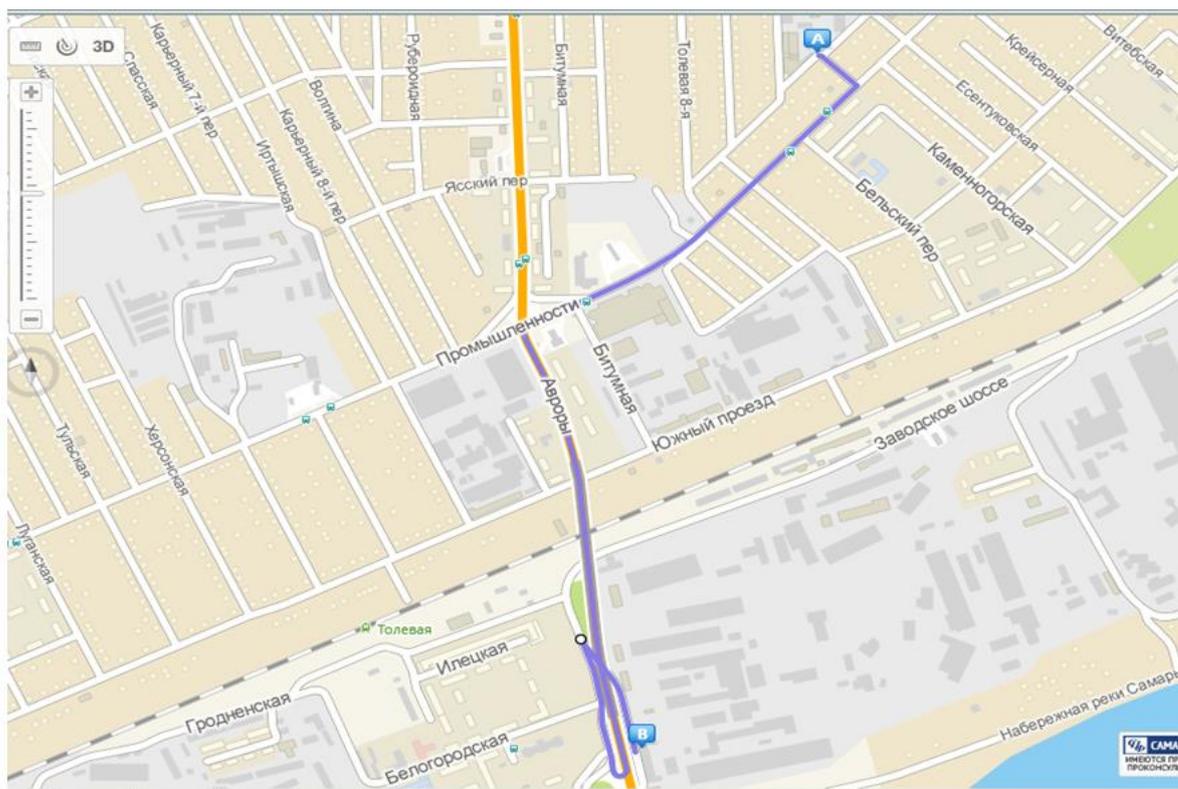


Рисунок 1 - По ул. Каменногорской на ул. Промышленности в сторону ул. Авроры. Поворачиваем на Южное шоссе и двигаемся до кольцевой развязки в п. Толевый, до ул. Белгородской, поворачиваем на право к въездным воротам на территорию АО «Мягкая кровля»

«Территория объекта застроена производственными, складскими, служебно-бытовыми, административно-бытовыми, зданиями 1 и 2 этажей различной степени огнестойкости СО II, СО III, СО IV. На территории находятся также неэксплуатируемые здания (котельная, административное здание)» [26].

«Основным сырьем является битум, кровельный картон, тальк, асбогаль, целлофановая плёнка, масла» [26].

На АО «Мягкая кровля» одновременное пребывание персонала составляет 150 человек.

«Внутризаводские дороги в основном асфальтированы с шириной проезжей части от 4 до 6 м, содержатся в удовлетворительном состоянии. Связь с городом через коммутатор АТС объекта» [26].

«Для целей наружного пожаротушения имеется три ввода с диаметром водопровода 300 мм, пожарно-хозяйственный водопровод, на котором установлено 11 пожарных гидрантов» [26].

Для хранения газовых баллонов (пропан - бутан объемом 50 л – в металлическом ящике красного цвета, кислород – на крытой площадке) отведено отдельное приспособленное место в 25 м от трансформаторной подстанции №2.

Вид здания заводоуправления представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Вид здания заводоуправления

Вид здания проходной представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Вид здания проходной

Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава

Наименования помещений, технического оборудования	Наименование горючих (взрывчатых) веществ	Кол-во (объем) в помещении (кг, л, м3)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
Картоноделательный цех	Картон кровельный коробочный	30 тонн	Картон кровельный, коробочный имеет следующий показатель пожарной опасности: группа горючести Г-4; группа воспламеняемости В-4;	Пожарный гидрант №1,2,3,4,8,9. Пожарные краны в количестве 6 шт. Огнетушители ОУ - 10, 7,5 в количестве 70 шт. ОП-5 в количестве 20	В случае возгорания картона кровельного, коробочного - покровного состава следует применять следующие средства пожаротушения:

Продолжение таблицы 1

Наименования помещения, технического оборудования	Наименование горючих (взрывчатых) веществ	Количество (объем) в помещении (кг, л, м3)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
			группа распространения пламени РП-3	шт., пожарный щит в количестве – 5 шт.	углекислотный, порошковый или пенный огнетушители, асбестовое полотно, кошму, специальные порошки, воду.
Пропиточный цех	Рубероид, армакров, мастика, пергамин, битум.	4950 тонн	Рубероид, армакров, мастика, пергамин, битум имеет следующие показатели пожарной опасности: группа горючести - Г4 группа воспламеняемости - В3 группа распространения пламени – РП-4	Пожарный гидрант №6,7,8,9,10,22; Пожарные краны в количестве 8 шт. Огнетушители ОП-100 в количестве 15 шт. ОП-50 в количестве 10 шт., ОУ -10 в количестве 50 шт., ОУ – 7, 5 в количестве - 30 шт, насосовысители 3 шт. Пожарные щиты в количестве 5 шт.	В случае возгорания битума, рубероида, армакрова, мастики, пергамина кровного состава следует применять следующие средства пожаротушения: углекислотный или пенный огнетушители, асбестовое полотно, кошму, специальные порошки, воду со смачивателем

Продолжение таблицы 1

Наименования помещений, технического оборудования	Наименование горючих (взрывчатых) веществ	Количество (объем) в помещении (кг, л, м ³)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
Транспортный	Бензин, солярка, ч машинное масло	2 тонны	автомобильный бензин, солярка, машинное масло представляет собой легковоспламеняющуюся жидкость с температурой самовоспламенения 255-370 °С.	Пожарный гидрант №8, 9, 10 Пожарный кран в количестве 1шт, огнетушители ОП-10 в количестве 50 шт., ОП-8 в количестве 25 шт., ОУ-7,5 в количестве 25 шт., Пожарные щиты в количестве - 3 шт.	При загорании бензина применяют следующие средства пожаротушения: распыленную воду, пену; при объемном тушении - углекислый газ, составы СЖБ и «3,5», пар.
Склад картона и гидропульперная	Картон кровельный коробочный	500 тонн	Картон кровельный, коробочный имеет следующий показатель пожарной опасности: группа горючести Г-4; группа воспламеняемости В-4; группа распространения пламени РП-3	Пожарный гидрант №1,2,3,4,8. Пожарный кран в количестве 1 шт, огнетушители ОП-10 в количестве 20 шт., ОУ-7,5 в количестве 30 шт., пожарные щиты в количестве 2 шт.	В случае возгорания картона кровельного, коробочного - покровного состава следует применять следующие средства пожаротушения: углекислотный, порошок или пенный огнетушители, асбестовое полотно, кошму,

Продолжение таблицы 1

Наименования помещений, технического оборудования	Наименование горючих (взрывчатых) веществ	Количество (объем) в помещении (кг, л, м ³)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
Здание паросилового цеха	Газ	Поступает по газотрубопроводу	<p>Природные горючие газы по токсикологической характеристике относятся к веществам 4-го класса опасности. Природные горючие газы относятся к группе веществ, способных образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Концентрационные пределы воспламенения (по метану) в смеси с воздухом, объемные проценты: нижний - 5, верхний - 15, для природного газа конкретного состава концентрационные пределы воспламенения определяют Категория взрывоопасной смеси 11А-Т1. Предельно допустимая концентрация (ПДК) углеводов</p>	<p>Пожарный гидрант №4,5,6 Пожарный кран в количестве 6 шт., огнетушители ОП-50 в количестве 4 шт., ОП – 10 в количестве 10 шт., ОУ-7,5 в количестве 20 шт., пожарные щиты в количестве 3 шт.</p>	<p>специальные порошки, воду. «В случае возгорания газа должны сработать системы автоматики перекрытия газа, если не сработала автоматика, то перекрыть на вводе. Только после этого необходимо осуществлять тушение средствами пожаротушения водой, огнетушителями, порошками» [26].</p>

Продолжение таблицы 1

Наименования помещения, технического оборудования	Наименование горючих (взрывчатых) веществ	Количество (объем) в помещении (кг, л, м ³)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
			«природного газа в воздухе рабочей зоны равна 300 мг/м ³ в пересчете на углерод Предельно допустимая концентрация сероводорода в воздухе рабочей зоны 10 мг/м ³ , сероводорода в смеси с углеводородами» [26].		
Склад готовой продукции	Рубероид, армакров, мастика, пергамин.	3060 тонн	Рубероид, армакров, мастика, пергамин, битум имеет следующие показатели пожарной опасности: группа горючести - Г4 группа воспламеняемости - В3 группа распространения пламени – РП-4	Пожарный гидрант №7,10; Пожарный кран в количестве 8 шт.; огнетушитель ОП -10 в количестве 20 шт., ОУ-10,7,5 в количестве 30 шт. Пожарные щиты в количестве 8 шт.	В случае возгорания битума, рубероида, армакрова, мастики, пергамин следует применять: углекислотный или пенный огнетушители, асбестовое полотно, специальные порошки, воду со смачивателем

В таблице 2 показана система наружного водоснабжения в АО «Мягкая кровля».

Таблица 2 – Наружное водоснабжение

Место расположения пожарных гидрантов	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (атм)	Расстояние до объекта (м)	Расход, л/сек
Территория АО «Мягкая кровля»				
Склад картона	К-150	3	5	80
Склад картона	К-150	3	11	80
Склад картона	К-150	3	11	80
Трансформаторная подстанция	К-150	3	7	80
РМЦ	К-150	3	25	80
Электроцех	К-150	3	30	80
Цех готовой продукции	К-150	3	15	80
Отдел капитального строительства	К-150	3	25	80
КПП	К-150	3	20	80
Транспортный цех	К-150	3	9	80
Пропиточный цех	К-150	3	5	80
За территорией АО «Мягкая кровля»				
ул. Гродненская, 1	К-300	3	170	205
ул. Белгородская, 10	К-100	3	140	40
ул. Белгородская, 1 А	К-100	3	130	40

Система внутреннего водоснабжения в зданиях и сооружениях АО «Мягкая кровля» отражена в таблице 3.

Таблица 3 – Внутреннее водоснабжение в зданиях и сооружениях АО «Мягкая кровля»

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
Здание заводоуправления				
1 этаж	-	-	-	ОП-5 5 шт.
2 этаж	-	-	-	ОП-5 6 шт.
Здание склада картона и гидропульперная				

Продолжение таблицы 3

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
Секция №1	-	-	-	ОП-10 в количестве 20 шт., ОУ-7, ОУ-5 в количестве 30 шт., пожарные щиты в количестве 2 шт.
Секция №2	-	-	-	
Секция №3	-	-	-	
Кабинет №3	-	-	-	
Кабинет №2	-	-	-	
Гидропульперная	1	2,7	-	
Здание склада цеха готовой продукции, центральный мат. склад				
Склад	1	2,7	-	ОП -10 в количестве 20 шт., ОУ-10, ОУ-7, ОУ-5 в количестве 30 шт., пожарные щиты в количестве 8 шт.
Тальковая секция	-	-	-	
Секция №1	1	2,7	-	
Секция №2	1	2,7	-	
Секция №3	1	2,7	-	
Секция №4	1	2,7	-	
Секция №5	1	2,7	-	
Секция №8	1	2,7	-	
Секция №9	2	2,7	-	
Товарно-материальный склад	-	-	-	
Здание транспортного цеха				
Кабинет №1	-	-	-	ОП-10 в количестве 50 шт., ОП-8 в количестве 25 шт., ОУ-7, ОУ-5 в количестве 25 шт., Пожарные щиты в количестве - 3 шт.
Кабинет №2	-	-	-	
Кабинет №5	-	-	-	
Кабинет №7	-	-	-	
Кабинет №8	-	-	-	
Кабинет №9	-	-	-	
Кабинет №10	-	-	-	
Кабинет №11	-	-	-	
Кабинет №12	-	-	-	
Кабинет №14	-	-	-	
Кабинет №21	-	-	-	
Здание ЦГП				
Транспортный бокс	1	2,7	-	ОП-5 2 шт.
Кабинет №4	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Кабинет №6	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Кабинет №8	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Здание крытой стоянки транспортного цеха				
Боксы	-	-	-	ОП-5 4 шт.
Кабинет №1	-	-	-	ОП-5 1 шт.

Продолжение таблицы 3

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
Кабинет №2	-	-	-	ОП-5 2 шт.
Здание паросилового цеха				
Паросиловой цех	3	2,7	-	
Кабинет №2	-	-	-	огнетушители ОП-50 в количестве 4 шт., ОП –
Кабинет №3	-	-	-	10 в количестве 10 шт., ОУ-7, ОУ-5 в количестве 20 шт., пожарные щиты в количестве 3 шт.
Кабинет №4	-	-	-	
Кабинет №9	-	-	-	
Кабинет №10	1	2,7	-	
Кабинет №13	-	-	-	
Здание отдела ОТК				
Отдел ОТК	-	-	-	ОП-5 2 шт.
Склад пропиточного цеха	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Склад асбогаля, картона	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Пескосушка	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Здание РМЦ				
РМЦ	2	2,7		ОП-5 4 шт.
Сантехнический цех	1	2,7		ОП-5 2 шт.
Столярная мастерская	1	2,7		ОП-5 4 шт.
Отдел капитального строительства				
Кабинет №5	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Кабинет №6	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Кабинет №7	-	-	-	ОП-5 2 шт.
Кабинет №8	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Кабинет №9	-	-	-	ОП-5 1 шт.
Картоноделательный цех				
1 этаж	5	2,7	-	Огнетушители ОУ - 10, 7,5 в количестве 70 шт.; ОП-5 в количестве 20 шт., пожарный щит в количестве – 5 шт.
2 этаж	1	2,7	-	
Пропиточный цех				
Агрегат №1	1	2,7	-	ОП-100 в количестве 15 шт.; ОП-50 в количестве 10 шт., ОУ -10 в количестве 50 шт., ОУ – 7, ОУ – 5 в
Агрегат №2	1	2,7	-	
Агрегат №3	1	2,7	-	
Агрегат №4	1	2,7	-	
Агрегат №5	-	-	-	
Агрегат №6	3	2,7	-	количество - 30 шт., насосоповысители 3 шт Пожарные щиты в

				количестве 5 шт.
--	--	--	--	------------------

Продолжение таблицы 3

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
Конверторное отделение	-	-	-	
Электроцех				
1 этаж				ОП-5 3 шт.
2 этаж				ОП-5 4 шт.

Возможные места возникновения пожара: «административные помещения, бытовые помещения, технологические установки, столовая, склады производственных материалов, склады продукции» [26].

Возможные пути распространения: «по коридорам, по горючей отделке помещений, горение разлившегося нефтепродукта на большой площади, растекание горящего расплава полимерных материалов, способствующее распространению пожара на горящем этаже и вниз» [26].

Возможные места обрушения: «перекрытия вышележащих этажей в местах длительного воздействия высокой температуры пламени. Лестничные проемы в местах длительного воздействия высокой температуры пламени. Кровля в местах длительного воздействия высокой температуры пламени. Обрушение металлоконструкций, стеллажей и образование завалов в проходах» [26].

Возможные зоны задымления: «1-й этаж и все вышележащие этажи через лестничные клетки, оконные проемы (в случае нарушения целостности оконных стекол)».

Возможные зоны теплового воздействия: «в местах наиболее интенсивного излучения пламени и воздействия конвективных потоков» [26].

План действий персонала при возникновении пожара представлен в таблице 4.

Таблица 4 – План действий персонала при возникновении пожара

Наименование действий	Порядок и последовательность действий	Ответственный исполнитель
Сообщение о пожаре	При обнаружении пожара или его признаков немедленно сообщить по телефону 01 в пожарную охрану, сообщить адрес, место возникновения пожара и свою фамилию. Оповестить весь персонал и посетителей, поставить в известность руководство.	Первый заметивший или обнаруживший пожар
Эвакуация людей, порядок эвакуации	Все люди должны выводиться наружу через коридоры и выходы, согласно плану эвакуации, немедленно при обнаружении пожара. В первую очередь эвакуируются те, кому непосредственно угрожает опасность.	Ответственные за обеспечение пожарной безопасности, вахтер
Эвакуация материальных ценностей	Материальные ценности эвакуируются согласно составленным по помещениям спискам в соответствии с обстановкой пожара. Эвакуация имущества в первую очередь организуется из помещений, где произошел пожар и выносятся наиболее ценное имущество. Организовать охрану.	Персонал
Пункты размещения эвакуированных	В дневное время эвакуированные размещаются на прилегающей территории, в зимнее и ночное время в соседних зданиях. Необходимо проводить сверку по спискам эвакуированных, в случае отсутствия доложить руководителю тушения пожара.	Ответственные за обеспечение пожарной безопасности
Отключение электроэнергии	Отключение электроэнергии производится в том случае, если производится тушение пожара водой, а также по окончанию эвакуационных работ для обеспечения дальнейшей работы пожарной охраны по тушению пожара.	электрик.
Тушение пожара до прибытия пожарных подразделений	Тушение пожара организуется и проводится немедленно с момента его обнаружения. Для тушения используются все имеющиеся в средства пожаротушения, в первую очередь огнетушители.	вахтер
Организация встречи пожарного подразделения	По прибытии пожарного подразделения: проинформировать руководителя тушения пожара о ходе эвакуации людей, об очаге пожара, мерах, принятых мерах для его ликвидации пожара.	директор, заместитель директора

«Эвакуация людей, в случае пожара осуществляется сотрудниками предприятия, а также обслуживающим персоналом, через эвакуационные выходы по лестничной клетке. Для эвакуации людей снаружи здания использовать ручные пожарные лестницы, спасательные веревки, КСС, а также автолестницы» [26].

2.2 Прогноз развития пожара на рассматриваемом объекте

Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения

Район (подрайон) выезда подразделения	Номер (ранг) пожара, по которому привлекаются силы и средства муниципального образования					
	№1		№1 Бис		№2	
	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда, мин.	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда, мин.	Привлекаемые подразделения	Расчетное время прибытия к наиболее удаленной точке района выезда, мин.
ПСЧ-4	АЦпсч-4	10	АЦпсч-4	10	АЦпсч-4	10
	АЦпсч-4	10	АЦпсч-4	10	АЦпсч-4	10
	АЛпсч-4*	10	АЛпсч-4*	10	АЛпсч-4*	10
		10	АЦпсч-1	12	АЦпсч-1	12
			АЦпсч-2	12	АЦпсч-2	12
			АЦсч-9	12	АЦпсч-2	12
					АЦсч-9	12
					АЦсч-6	12
					АЦпсч-5	14
					АЦпсч-53	14
					АЦпсч-3	22
					АЦупсч	22
					АСМпсо	12
				АСМпсс*	12	
				АЛсч-9*	12	

Продолжение таблицы 5

Район (подрайон) выезда подразделения	№1	№1 Бис	№2
Итог по видам:	АЦ-2, АЛ-1	АЦ-5, АЛ-1	АЦ-12, АЛ-2, АСМ-1

«Наиболее целесообразное средство тушение пожара – вода, при горении кровельных материалов (продукции), битума – воздушно-механическая пена, при горении картона – смачиватели» [26].

«Способ тушения – тушение и охлаждение сплошными водяными струями, создаваемых ручными стволами, подаваемые от пожарных автоцистерн, установленных на пожарные гидранты, тушение воздушно-механической пеной путем подачи её при помощи ГПС-600» [26].

Рассмотрим расчет сил и средств для тушения пожара (Вариант №1). Пожар произошел в чердачном помещении здания Заводуправления АО «Мягкая кровля». Размеры чердачного помещения в плане 40 м × 17 м, S = 680 м². Пожар №1.

Время свободного развития пожара (мин):

$$\tau_{св.} = \tau_{д.с.} + \tau_{сб.} + \tau_{сл.} + \tau_{б.р.} = 1 + 1 + 4,5 + 2 = 8,5 \text{ мин} \quad (1)$$

«где $\tau_{сл}$ - время следования;

$\tau_{сб.}$ - время сбора личного состава по тревоге;

$\tau_{сл}$ - время следования пожарного подразделения;

$\tau_{б.р.}$ - время боевого развертывания» [26].

Время следования (мин):

$$\tau_{сл} = L \times 60 / V_{сл} = 2,5 \times 60 / 40 = 3,75 \quad (2)$$

«где L - путь, пройденный пламенем;

$V_{сл}$ – линейная скорость распространения пламени» [26].

Длина пути, пройденная огнем:

$$R_{\text{п}} = 0,5 V_{\text{л}} \times \tau_{\text{св}} = 0,5 \times 2 \times 8,5 = 8,5 \text{ м} \quad (3)$$

«где $V_{\text{сл}}$ – линейная скорость распространения пламени;

$\tau_{\text{св}}$ - время свободного развития пожара» [26].

Площадь пожара, (м^2) угловая 90:

$$S_{\text{п}} = 0,25\pi R^2 = 0,25 \times 3,14 \times 8,5^2 = 56,7 \text{ м}^2 \quad (4)$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь пожара.

R – радиус.

Площадь тушения:

$$\begin{aligned} S_{\text{т}} &= 0,25\pi h \times (2R - h) = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 8,5 - 5) \quad (5) \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 5 \times 12 = 47,1 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

где $S_{\text{т}}$ – площадь тушения.

R – радиус.

Требуемый расход на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр.т}} = S_{\text{п}} \times I_{\text{тр}} = 56,7 \times 0,1 = 5,67 \text{ л/с} \quad (6)$$

«где $S_{\text{п}}$ – площадь пожара;

$I_{\text{тр}}$ - интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Количество приборов подачи огнетушащих веществ на тушение:

$$N_{\text{ств.т}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств}} = 5,67/3,5 = 1,62 \quad (7)$$

«где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ - производительность одного пожарного ствола» [26].

«Подаем 2 ствола РСК – 50 на тушение. Количество приборов подачи огнетушащих веществ на защиту. На защиту нижерасположенных этажей и на защиту путей эвакуации необходимо подать 3 ствола РСК – 50. Общее количество стволов на тушение и защиту» [26]:

$$\begin{aligned} N_{\text{ств.общ}} &= N_{\text{тушрск-50}} + N_{\text{защрск-50}} = 2 + 3 \\ &= 5 \text{ стволов РСК – 50} \end{aligned} \quad (8)$$

«Где $N_{\text{рск-50}}^{\text{туш}}$ - количество приборов на тушение;

$N_{\text{рск-50}}^{\text{защ}}$ - количество приборов на защиту» [26].

Общий расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр.т}} = N_{\text{ств.общ}} \times Q_{\text{рск-50}} = 5 \times 3,5 = 17,5 \text{ л/с} \quad (9)$$

«Где $N_{\text{ств.общ}}$ - общее количество стволов на тушение и защиту;

$Q_{\text{рск-50}}$ - требуемый расход воды на охлаждение» [26].

Вывод: «первое прибывшее подразделение в составе двух отделений на двух автоцистернах может подать 2 ствола РСК-50 звеньями ГДЗС для спасения людей и материальных ценностей и на защиту путей эвакуации, что согласно расчета является недостаточным для ликвидации пожара ($N^{\text{подр}}_{\text{рск-50}} < N_{\text{ств.общ}}$), необходимо привлечение дополнительных сил и средств. Пожар № 1-БИС. Время свободного развития пожара (мин)» [26]:

$$\begin{aligned} T_{1 - \text{БИС св.}} &= \tau_{\text{д.с.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.}} + \tau_{\text{б.р.}} = 1 + 1 + 7,5 + 2 \\ &= 11,5 \text{ мин} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\tau_{\text{сл.}} = T_{1 - \text{БИС сл.}} - T_{1 \text{ сл.}} = 11,5 - 4,5 = 7 \text{ мин} \quad (11)$$

«Где $\tau_{\text{сл}}$ - время следования;

$\tau_{\text{сб.}}$ - время сбора личного состава по тревоге;

$\tau_{\text{сл}}$ - время следования пожарного подразделения;

$\tau_{б.р.}$ - время боевого развертывания» [26].

Длина пути, пройденная огнем:

$$R_{п1 - БИС} = R1 + 0,5 V_{л} \times \tau3 = 8,5 + 0,5 \times 2 \times 8 = 16,5 \text{ м} \quad (12)$$

$$\tau3 = T1 - БИС \text{ св.} - T1 \text{ св} = 11,5 - 8,5 = 3 \text{ м} \quad (13)$$

«где L - путь, пройденный пламенем;

$V_{сл}$ - линейная скорость распространения пламени» [26].

Площадь пожара, прямоугольная (по всей площади чердачного помещения):

$$S_{п} = 0,25\pi R^2 = 0,25 \times 3,14 \times 16,5^2 = 214 \text{ м}^2 \quad (14)$$

где $S_{п}$ - площадь пожара.

R - радиус.

Площадь тушения:

$$\begin{aligned} S_{т} &= 0,25\pi h \times (2R-h) = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 16,5 - 5) = \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 5 \times 12 = 110 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (15)$$

где $S_{т}$ - площадь тушения.

R - радиус.

Требуемый расход на тушение и защиту:

$$Q_{тр.т} = S_{п} \times I_{тр} = 214 \times 0,1 = 21,4 \text{ л/с} \quad (16)$$

«где $S_{п}$ - площадь пожара;

$I_{тр}$ - интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Количество приборов подачи огнетушащих веществ на тушение:

$$N_{\text{ств. т}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств}} = 21,4/3,5 = 7 \text{ стволов «Б»} \quad (17)$$

«где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ - производительность одного пожарного ствола» [26].

«Количество приборов подачи огнетушащих веществ на защиту. На защиту нижерасположенных этажей и на защиту путей эвакуации необходимо подать 3 ствола РСК – 50. Общий расход воды на тушение и защиту» [26]:

$$Q_{\text{тр. т}} = 3,5 \times 7 + 3,5 \times 3 = 24,5 + 10,5 = 35 \text{ л/с} \quad (18)$$

Вывод: по рангу пожара 1-БИС к месту вызова прибывает 5 отделений из 4 подразделений на 5 автоцистернах, которые могут подать 2 ствола «Б» и 1 ствол «А» на тушение и 2 ствола «Б» на звеньями ГДЗС для спасения людей и материальных ценностей и на защиту путей эвакуации, что «согласно расчета является недостаточным для ликвидации пожара, необходимо привлечение дополнительных сил и средств» [26].

Пожар № 2. Время свободного развития пожара:

$$T_{\text{св.}}^{\text{№2}} = \tau_{\text{д.с.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.}} + \tau_{\text{б.р.}} = 1 + 1 + 8,5 + 2 = 12,5 \text{ мин} \quad (19)$$

$$\tau_{\text{сл}} = T_{2 \text{ сл.}} - T_{1 - \text{БИС сл.}} = 12,5 - 4,5 = 8 \text{ мин}$$

$$\tau_{\text{сл}} = T_{2 \text{ сл.}} - T_{1 - \text{БИС сл.}} = 20 - 11,5 = 8,5 \text{ мин} \quad (20)$$

«где $\tau_{\text{сл}}$ - время следования;

$\tau_{\text{сб.}}$ - время сбора личного состава по тревоге;

$\tau_{\text{сл}}$ - время следования пожарного подразделения;

$\tau_{\text{б.р.}}$ - время боевого развертывания» [26].

Длина пути, пройденная огнем:

$$\begin{aligned} R_{п\ №2} &= R1 - \text{БИС} + 0,5 V_{л} \times \tau_4 = 16,5 + 0,5 \times 2 \times 3 \\ &= 19,5 \text{ м} \end{aligned} \quad (21)$$

$$T_4 = T_{2 \text{ св.}} - T_{1 - \text{БИС св}} = 19,5 - 16,5 = 3 \text{ мин} \quad (22)$$

«где L - путь, пройденный пламенем;

$V_{сл}$ - линейная скорость распространения пламени» [26].

Площадь пожара, (м^2) прямоугольная (по всей площади чердачного помещения):

$$S_{п} = a \times b = 17 \times 19,5 = 332 \text{ м}^2 \quad (23)$$

где $a \times b$ - параметры помещения.

Площадь тушения:

$$S_{т} = n \times b \times h_{т} = 1 \times 19,5 \times 5 = 97,5 \text{ м}^2 \quad (24)$$

«где n - количество направлений развития пожара;

$h_{т}$ - глубина тушения стволов» [26].

Требуемый расход на тушение и защиту, (л/с):

$$Q_{тр.т} = S_{п} \times I_{тр} = 332 \times 0,1 = 33,2 \text{ л/с} \quad (25)$$

«где $S_{п}$ - площадь пожара;

$I_{тр}$ - интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Количество приборов подачи огнетушащих веществ на тушение:

$$N_{ств.т} = Q_{тр} / q_{ств} = 33,2/3,5 = 9 \text{ стволов «Б»} \quad (26)$$

«где $Q_{тр}$ - требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ - производительность одного пожарного ствола» [26].

Количество приборов подачи огнетушащих веществ на защиту. На защиту нижерасположенных этажей и на защиту путей эвакуации необходимо подать 3 ствола РСК – 50. Общее количество стволов на тушение и защиту:

$$N_{\text{ств. общ}} = 9 + 3 = 12 \text{ ств «Б»} \quad (27)$$

Общий расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр. т}} = 3,5 \times 9 + 3,5 \times 3 = 42 \text{ л/с} \quad (28)$$

«Проверяем обеспеченность объекта водой. Водоотдача кольцевой водопроводной сети \varnothing 150 мм при напоре в сети 40 м составляет 95 л/с. Следовательно, объект водой обеспечен, так как $Q_{\text{водопр}} = 95 \text{ л/с} > Q_{\text{треб}} = 42 \text{ л/с}$ » [26].

Определяем количество личного состава, необходимого для тушения пожара:

$$\begin{aligned} N_{\text{л/с}} &= N_{\text{гдзс}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{резерв гдзс}} + N_{\text{связные}} \\ &+ N_{\text{разветвления}} + N_{\text{защита}} \\ &= 9 * 3 + 10 + 10 + 2 + 4 + 3 = 56 \text{ человека} \end{aligned} \quad (29)$$

«где $N_{\text{л/с}}$ – количество личного состава;

$N_{\text{гдзс}}$ - количество ГДЗС;

$N_{\text{разветвления}}$ – количество разветвлений» [26].

Определяем количество пожарных автомобилей:

$$N_{\text{ПА}} = N_{\text{л/с}} / N_{\text{отделения}} = 56 / 5 = 12 \text{ ПА} \quad (30)$$

«где $N_{\text{ПА}}$ - количество пожарных автомобилей;

$N_{л/с}$ – количество личного состава» [26].

Вывод: пожар соответствует рангу №2. На данный объект, для предотвращения распространения пожара достаточно 9 ПА, что соответствует рангу пожара №2. Для осуществления эвакуации людей в дневное время необходимо РТП вызвать дополнительно специальные автомобили (автолестницы и коленчатые подъемники).

Расстановка сил и средств по варианту №1 представлена на рисунке 4.

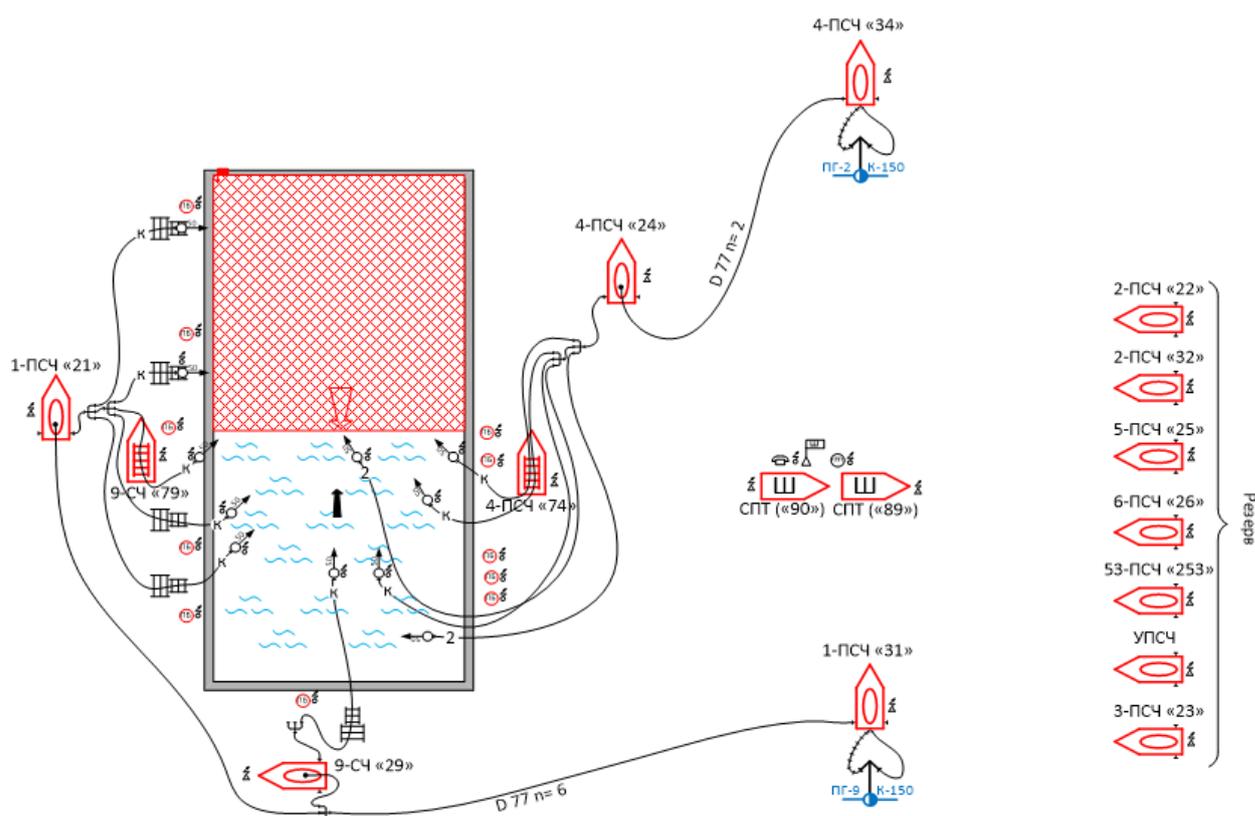


Рисунок 4 – Расчет сил и средств для тушения пожара (Вариант №2)

«Пожар произошел в одной из секций склада готовой продукции. Общая площадь склада $S_{скл} = 8550 \text{ м}^2$, размеры в плане 225×38 . Площадь секции склада $S_{сек} = 1900 \text{ м}^2$, размеры в плане 50×38 » [26].

Пожар №1. Определяем время свободного развития пожара:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{св.р.1}} &= \tau_{\text{об.}} + \tau_{\text{сооб.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.}} + \tau_{\text{под. ств.}} & (31) \\ &= 1 + 1 + 4,5 + 2 + 2 = 10,5 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$\tau_{\text{сл.1}} = 60L/V_{\text{сл.}} = 60 \times 2,5/40 = 3,75 \text{ мин} \quad (32)$$

«где L – длина пути следования подразделений от ПСЧ до места пожара

$V_{\text{сл.}}$ – средняя скорость движения пожарного автомобиля, принимается 40 км/ч;

$\tau_{\text{об.}}$ - время обнаружения;

$\tau_{\text{сооб.}}$ - время сообщения;

$\tau_{\text{сб.}}$ - время сбора и выезда;

$\tau_{\text{под. ств.}}$ - время боевого развертывания» [26].

Определяем путь, пройденный фронтом пламени. При $\tau_{\text{св.р.1}} > 10$ мин.:

$$R_1 = 5 \times V_{\text{л.}} + V_{\text{л.}} \times (\tau_{\text{вв.}} - 10) \quad (33)$$

«где L - путь, пройденный пламенем;

$V_{\text{сл.}}$ – линейная скорость распространения пламени» [26].

$$R_1 = 5 \times 2 + 2 \times (10,5 - 10) = 11 \text{ м}$$

Определяем площадь пожара:

$$S_{\text{п.}} = 0,25 \times \pi \times R^2 \quad (34)$$

где « $S_{\text{п.}}$ – площадь пожара.

R – радиус» [26].

$$S_{\text{п.}} = 0,25 \times 3,14 \times 11^2 = 95 \text{ м}^2;$$

Определяем площадь тушения пожара:

$$S_T = 0,25 \times \pi \times h \times (2 \times R - h) \quad (35)$$

где « S_T – площадь тушения.

R – радиус» [26].

$$S_T = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 11 - 5) = 66,7 \text{ м}^2.$$

«Определяем требуемый расход воды для тушения пожара» [26]:

$$Q_{T.1\text{тр.}} = S_{T1} \times J_{\text{тр}} = 66,7 \times 0,1 = 6,67 \text{ л/с} \quad (35)$$

«где S_{T1} – площадь пожара;

$J_{\text{тр}}$ – интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Определяем требуемое количество стволов на тушение:

$$N_{\text{ГПС-600}} = S_T / S_{T.\text{ГПС-600}} = 66,7 / 75 = 1 \text{ ств.} \quad (36)$$

«где S_T – площадь тушения.

$N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

«Из тактических соображений для предотвращения распространения пожара на тушение необходимо подать один ствол ГПС-600. На защиту путей эвакуации, конструкций, кровли и готовой продукции необходимо подать четыре ствола «Б». Определяем общее количество стволов на тушение и защиту. $N_{\text{ГПС-600}} = 1$; $N_{\text{рск-50}} = 4$ » [26].

Определяем фактический расход воды на тушение и защиту:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ф}} &= N_{\text{рск-50}} \times q_{\text{рск-50}} + N_{\text{ГПС-600}} \times q_{\text{ГПС-600}} \quad (37) \\ &= 4 \times 3,5 + 1 \times 4,64 = 18,64 \text{ л/с} \end{aligned}$$

«где $Q_{\text{тр}}$ – требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ – производительность одного пожарного ствола;

$N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Определяем необходимое количество пенообразователя:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{ГПС-600}} \times Q_{\text{ГПС-600}} \times 60 \times \tau_{\text{тр}} = 1 \times 0,36 \times 60 \times 10 \quad (38)$$
$$= 216 \text{ л}$$

«где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход воды;

$N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Вывод: с учетом выбора решающего направления на спасение и эвакуацию людей тактических возможностей первого прибывшего подразделения на момент Ч+2 мин. (3 отделения 4-ПСЧ, 2 звена ГДЗС, 2 ствола «Б») недостаточно для локализации и ликвидации пожара.

Пожар №1-Бис. Определим основные параметры пожара на момент прибытия последнего подразделения по рангу пожара № 1- Бис.

Путь, пройденный огнем, к моменту Ч+13 составит:

$$R_2 = R_1 + 0,5 \times V_{\text{л}} \times (T_9 - C_4 - T_4 - \text{ПСЧ}) \quad (39)$$
$$= 11 + 0,5 \times 2 \times (16 - 6,5) = 20,5 \text{ м}$$

«где T – время следования и проведения боевого развертывания;

$V_{\text{сл}}$ – средняя скорость движения пожарного автомобиля, принимается 40 км/ч;

R – радиус» [26].

Определяем площадь пожара:

$$S_{\text{п2}} = 0,25 \times \pi \times R_2^2 \quad (40)$$

где « $S_{\text{п}}$ – площадь пожара.

R – радиус» [26].

$$S_{п2} = 0,25 \times 3,14 \times 20,5^2 = 330 \text{ м}^2;$$

Определяем площадь тушения пожара:

$$S_T = 0,25 \times \pi \times h \times (2 \times R - h) \quad (41)$$

где « S_T – площадь тушения.

R – радиус» [26].

$$S_T = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 20,5 - 5) = 141,3 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды для тушения пожара:

$$Q_{т.2тр.} = S_T \cdot J_{тр} = 141,3 \times 0,1 = 14,13 \text{ л/с} \quad (42)$$

«где $S_{п}$ – площадь пожара;

$J_{тр}$ - интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Определяем требуемое количество стволов на тушение:

$$N_{ГПС-600} = S_T / S_{т.ГПС-600} = 141,3 / 75 = 1,8 = 2 \text{ ств.} \quad (43)$$

«где S_T – площадь тушения;

$N_{ГПС-600}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

«Из тактических соображений для предотвращения распространения пожара, обрушения строительных конструкций и кровли на тушение необходимо подать два ствола ГПС-600» [26].

«На защиту путей эвакуации, строительных конструкций, кровли и готовой продукции необходимо подать четыре ствола Б» [26].

«Определяем общее количество стволов на тушение и защиту. $N_{ГПС-600} = 2$; $N_{рск-50} = 4$ » [26].

Определяем фактический расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{рск-50}} \times q_{\text{рск-50}} + N_{\text{ГПС-600}} \times q_{\text{ГПС-600}} = 4 \times 3,5 + 2 \times 4,64 = 23,28 \text{ л/с} \quad (44)$$

«где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ - производительность одного пожарного ствола;

$N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Определяем необходимое количество пенообразователя:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{ГПС-600}} \times Q_{\text{ГПС-600}} \times 60 \times \tau_{\text{тр}} = 2 \times 0,36 \times 60 \times 10 = 432 \text{ л} \quad (45)$$

«где $N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Вывод: по пожару 1 «Бис» «к месту вызова прибывает 6 отделений из 4 подразделений на 5 автоцистернах и 1 автолестнице, которые не могут подать звеньями ГДЗС 4 стволов РСК-50 и 1 ГПС-600 и проводить специальные работы на пожаре» [26]. Необходимо дополнительное привлечение СиС.

Пожар №2. Определим основные параметры пожара на момент прибытия последнего подразделения по рангу пожара № 2.

Путь, пройденный огнем:

$$R_3 = R_2 + 0,5 \times V_{\text{сл}} \times (T_9 - \text{СЧ} - T_4 - \text{ПСЧ}) = 20,5 + 0,5 \times 2 \times (26 - 16) = 30,5 \text{ м} \quad (46)$$

«где T – время следования и проведения боевого развертывания;

$V_{\text{сл}}$ – средняя скорость движения пожарного автомобиля, принимается 40 км/ч;

R – радиус» [26].

Определяем площадь пожара:

$$S_{п2} = 0,25 \times \pi \times R^2 \quad (47)$$

где « $S_{п}$ – площадь пожара.

R – радиус» [26].

$$S_{п2} = 0,25 \times 3,14 \times 30,5^2 = 730 \text{ м}^2;$$

Определяем площадь тушения пожара:

$$S_{т} = 0,25 \times \pi \times h \times (2 \times R - h) \quad (47)$$

где $S_{т}$ – площадь тушения.

R – радиус.

$$S_{т} = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 30,5 - 5) = 220 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды для тушения пожара:

$$Q_{т.2тр.} = S_{т2} \cdot J_{тр} = 220 \times 0,1 = 22 \text{ л/с} \quad (48)$$

«где $S_{п}$ – площадь пожара;

$J_{тр}$ - интенсивность подачи огнетушащих веществ» [26].

Определяем требуемое количество стволов на тушение:

$$N_{ГПС-600} = S_{т} / S_{т.ГПС-600} = 220 / 75 = 2,9 = 3 \text{ ГПС-600} \quad (49)$$

«где $S_{т}$ – площадь тушения;

$N_{ГПС-600}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

«Из тактических соображений для предотвращения распространения пожара, обрушения строительных конструкций и кровли на тушение необходимо подать три ствола ГПС-600. На защиту путей эвакуации,

строительных конструкций, кровли необходимо и готовой продукции пять стволов Б» [26].

«Определяем общее количество стволов на тушение и защиту. $N_{\text{ГПС-600}} = 3$; $N_{\text{рск-50}} = 6$ » [26].

Определяем фактический расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{рск-50}} \times q_{\text{рск-50}} + N_{\text{ГПС-600}} \times q_{\text{ГПС-600}} = 5 \times 3,5 + 3 \times 4,64 = 31,42 \text{ л/с} \quad (50)$$

«где $Q_{\text{тр}}$ - требуемый расход воды;

$q_{\text{ств}}$ - производительность одного пожарного ствола;

$N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Определяем необходимое количество пенообразователя:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{ГПС-600}} \times Q_{\text{ГПС-600}} \times 60 \times \tau_{\text{тр}} = 3 \times 0,36 \times 60 \times 10 = 648 \text{ л} \quad (51)$$

«где $N_{\text{ГПС-600}}$ – требуемое количество стволов на тушение» [26].

Требуемое количество личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = 3N_{\text{т.гдзсрс}} - 70 + 6N_{\text{з.гдзсрск}} - 50 + N_{\text{пб}} + N_{\text{рез.ГДЗС}} = 3 \times 3 + 6 \times 3 + 9 + 3 \times 3 = 45 \text{ человек} \quad (52)$$

где « $N_{\text{т.гдзсрс-70}}$ - количество личного состава ГДЗС на тушение

$N_{\text{з.гдзсрск-50}}$ - количество личного состава ГДЗС на защиту

$N_{\text{пб}}$ - количество личного состава на ПБ

$N_{\text{рез.ГДЗС}}$ - количество резервных звеньев ГДЗС, принимается на 3 работающих звена 1 резервное звено» [26].

«По пожару №2 к месту вызова прибывает 12 отделений на автоцистернах и 1 автолестнице, которые могут подать звеньями ГДЗС необходимое количество стволов РСК-50 и ГПС-600, и провести специальные работы на пожаре» [26]. Расстановка сил и средств представлена на рисунке 5.

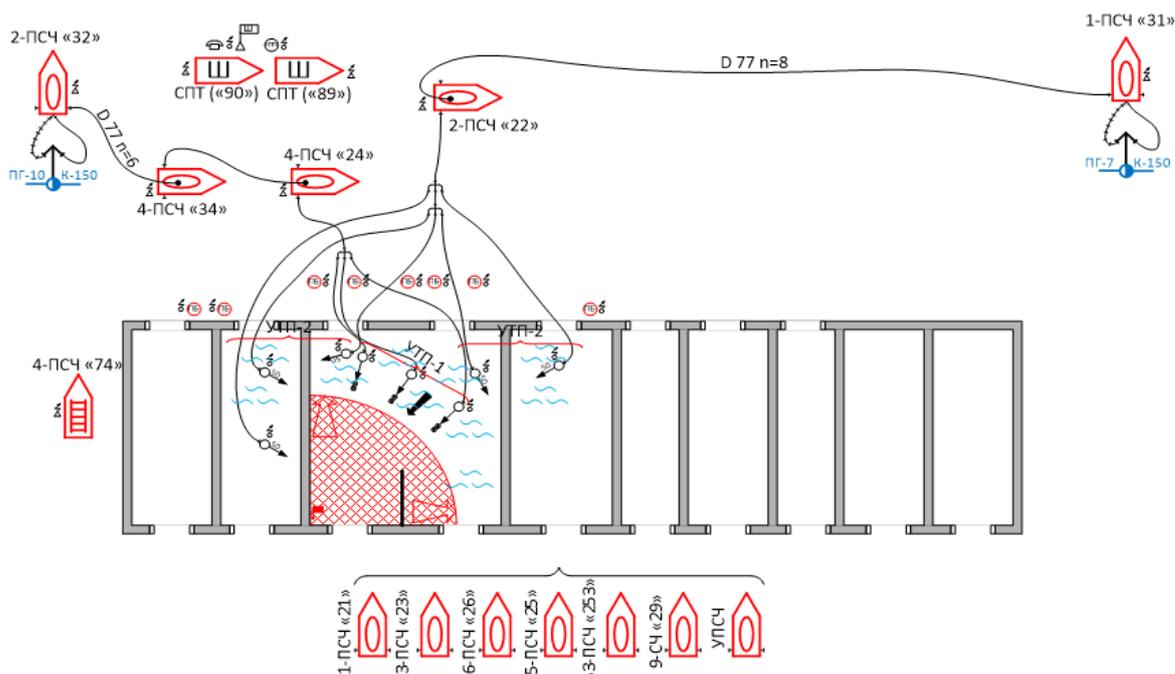


Рисунок 5 – Расстановка сил и средств по варианту №2

Действия при тушении пожара в АО «Мягкая кровля»:

- «провести разведку пожара;
- определить решающее направление по результатам разведки;
- первым прибывшим подразделениям организовать эвакуацию людей, принять меры к предотвращению паники, привлечь по возможности для эвакуации обслуживающий персонал;
- уточнить о принятых мерах по тушению пожара администрацией объекта (о ходе эвакуации, о применении первичных средств пожаротушения, отключении электроэнергии);

- проверить людей по спискам;
- работы проводить с использованием СИЗОД;
- организовать штаб пожаротушения, связь на пожаре» [21].

Выводы по второму разделу

Во втором разделе приведена характеристика объекта исследования – АО «Мягкая кровля», который расположен на территории г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1.

Приведена характеристика пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве, меры защиты личного состава. Охарактеризована система наружного и внутреннего водоснабжения в зданиях и сооружениях, представлен план действий персонала при возникновении пожара, рассмотрен прогноз развития пожара на рассматриваемом объекте.

Действия при тушении пожара в АО «Мягкая кровля»:

- «провести разведку пожара;
- определить решающее направление по результатам разведки;
- первым прибывшим подразделениям организовать эвакуацию людей, принять меры к предотвращению паники, привлечь по возможности для эвакуации обслуживающий персонал;
- уточнить о принятых мерах по тушению пожара администрацией объекта (о ходе эвакуации, о применении первичных средств пожаротушения, отключении электроэнергии);
- проверить людей по спискам;
- работы проводить с использованием СИЗОД;
- организовать штаб пожаротушения, связь на пожаре» [21].

3 Мероприятия по обеспечению противопожарной защиты АО «Мягкая кровля»

3.1 Патентно-информационный анализ существующих решений

Результаты патентно-информационного анализа существующих решений представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты выполненной работы

Наименование технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
Система противопожарной защиты, основанная на использовании пожарных извещателей	Схожа с видео-аналитической системой, но датчики в них обладают разной степенью реакции (время срабатывания) на воспламенение, поскольку ориентированы на различные факторы пожаров и их концентрацию: дым, рост температур, огонь	Их нельзя использовать там, где применяются материалы, не выделяющие дым при горении (тлении); в помещениях с большим содержанием пыли возможны частые ложные срабатывания; не устойчивы при возникновении помех	Дымовые датчики-извещатели срабатывают на наличие в окружающей среде твердых частичек, возникающих при частичном сгорании материала, другими словами, при изменении плотности воздуха окружающего пространства в местах их установления
Линейный извещатель	Эффективность использования их на значительных площадях (спортивные, складские помещения и пр.)	В линии прохождения инфракрасного луча не должны находиться предметы; их нельзя использовать там, где применяются материалы, не выделяющие дым при горении	В случае возгорания, появления дыма сигналом на срабатывание извещателя служит снижение интенсивности инфракрасного луча на приемнике

Продолжение таблицы 6

Наименование технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
Ионизационный извещатель	При выделении частиц в воздух от процесса горения, появляются дополнительные ионы, из-за этого идет снижение скорости ионов, в итоге сокращается ионный ток	Нежелательное их использование в местах постоянного пребывания людей, а для ряда помещений их установка запрещается; неэффективны для выявления тлений, т.к. при тлении идет выделение крупных частиц дыма	Извещатель срабатывает на падение уровня сигнала до установленного значения. По своему внешнему виду данный тип извещателей схож с точечными дымовыми, но на их корпус устанавливаются знак «радиационная опасность»
Аспирационный извещатель	Контролирование полного объема помещения от вероятных возмнений; использование в местах, где обычные извещатели искажают эстетику помещения	Трудоемкость монтажа	Имеет высокоточный и надежный лазерный извещатель, размещенный в герметичном корпусе. По системе трубок к этому корпусу подается воздух из различных контролируемых участков
Тепловой извещатель	Определяют возгорание материалов, не выделяющих при горении дым	Большая инерционность срабатывания	Устроен на принципе подачи сигнала, получаемого через замыкание или размыкание элемента, когда в случае возгорания происходит резкое увеличение температуры в окружающем от извещателя пространстве

Продолжение таблицы 6

Наименование технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
Извещатель пламени	Малое время срабатывания (быстрое реагирование) при появлении воспламенения	Данные извещатели будут неэффективными при процессе тления и в помещениях, где в основном используются материалы не горящие, а тлеющие	Основан на принципе реагирования на инфракрасный либо ультрафиолетовый спектры в созданном во время горения веществ и материалов излучении

Приведенные в таблице 6 сведения дают возможность обобщить положительные эффекты от исследованных технических устройств с применением различных извещателей. Практически все предлагаемые устройства позволяют обеспечить своевременное выявление пожара на ранней стадии. Но у некоторых имеются определенные недостатки, поэтому их применение не всегда оправдывает себя.

Необходимо отметить, что элементная база противопожарных систем постоянно совершенствуется, но достичь высокого уровня безопасности с системами, которые используют классические пожарные извещатели, не всегда удастся, поэтому следует прибегать к инновационным разработкам в области обеспечения пожарной безопасности, в частности применением таких инновационных систем, которые позволяют создавать условия, при которых возникновение пожара и его последующее распространение не может произойти, так как совокупного объема оставшегося кислорода попросту недостаточно для инициации процессов горения.

Результаты разработки этапов научного исследования представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Описание этапов научного исследования

Наименование этапа	Детализация работы
Исследование оперативно-тактических характеристик объекта	Исследование функциональной пожарной опасности АО «Мягкая кровля» и всех его помещений. Исследование объемно-планировочных решений АО «Мягкая кровля». Исследование систем противопожарной защиты АО «Мягкая кровля».
Прогноз развития возможного пожара	Выбор и обоснование наиболее вероятных мест возникновения пожара. Определение параметров возможного пожара.
Исследование вариантов решения проблемы пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля»	Классификация существующих мер пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля». Патентно-информационный поиск решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности АО «Мягкая кровля». Проверка предложений на основе патентно-информационных решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля». Анализ эффективности предложений по улучшению пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля».

Результаты анализа методов научного исследования представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Описание методов научного исследования

Метод научного исследования	Описание метода научного исследования
Теоретическое исследование параметров возможного пожара	Выбор времени и места возникновения пожара в АО «Мягкая кровля», при которых его развитие приведет к наихудшим последствиям. Определение времени свободного развития пожара. Определение площади возможного пожара. Определение возможной зоны воздействия опасных факторов пожара.
Теоретическое исследование количества звеньев ГДЗС необходимых для проведения аварийно-спасательных работ	Определение времени прибытия первых подразделений пожарной охраны. Определение времени необходимого для спасения расчетного количества людей одним звеном ГДЗС в зависимости от минимального оснащения средствами спасения.

Продолжение таблицы 8

Метод научного исследования	Описание метода научного исследования
Анализ мероприятий по разработке инженерных методов обеспечения пожарной безопасности на объекте АО «Мягкая кровля»	<p>Натурные наблюдения людских потоков при эвакуации в АО «Мягкая кровля».</p> <p>Патентно-информационный поиск решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности АО «Мягкая кровля».</p> <p>Проверка предложений на основе патентно-информационных решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля».</p> <p>Анализ эффективности предложений по улучшению пожарной безопасности в АО «Мягкая кровля».</p>

Поскольку основные площади АО «Мягкая кровля», которые нуждаются в противопожарной защите – это складские помещения, оснащенные пассивными противопожарными системами, которые начинают работать только после того, как пожар уже возник и был обнаружен, то важно, чтобы соответствующие противопожарные меры были приняты на ранних стадиях возгорания.

В настоящем исследовании к внедрению предлагается комплексная система OxyReduct. Исходя из того, какие требования предъявляются к объекту защиты, система OxyReduct создает условия для снижения и поддержания на непрерывной основе пониженного уровня кислорода в помещении, в отношении которого реализуются мероприятия защиты (путем подачи азота) ниже границы, при превышении которой может произойти воспламенение материалов, находящихся там.

В результате обеспечения такого состава воздуха создаются условия, при которых возникновение пожара и его последующее распространение не может произойти, так как совокупного объема оставшегося кислорода попросту недостаточно для инициации процессов горения.

Таким образом, общий риск возникновения пожаров и развития негативных последствий, обусловленных влиянием дыма, сажи и средств пожаротушения, сводится к нулю. Статистика свидетельствует, что пожары

на складах представляют собой получившие достаточную степень распространения явления.

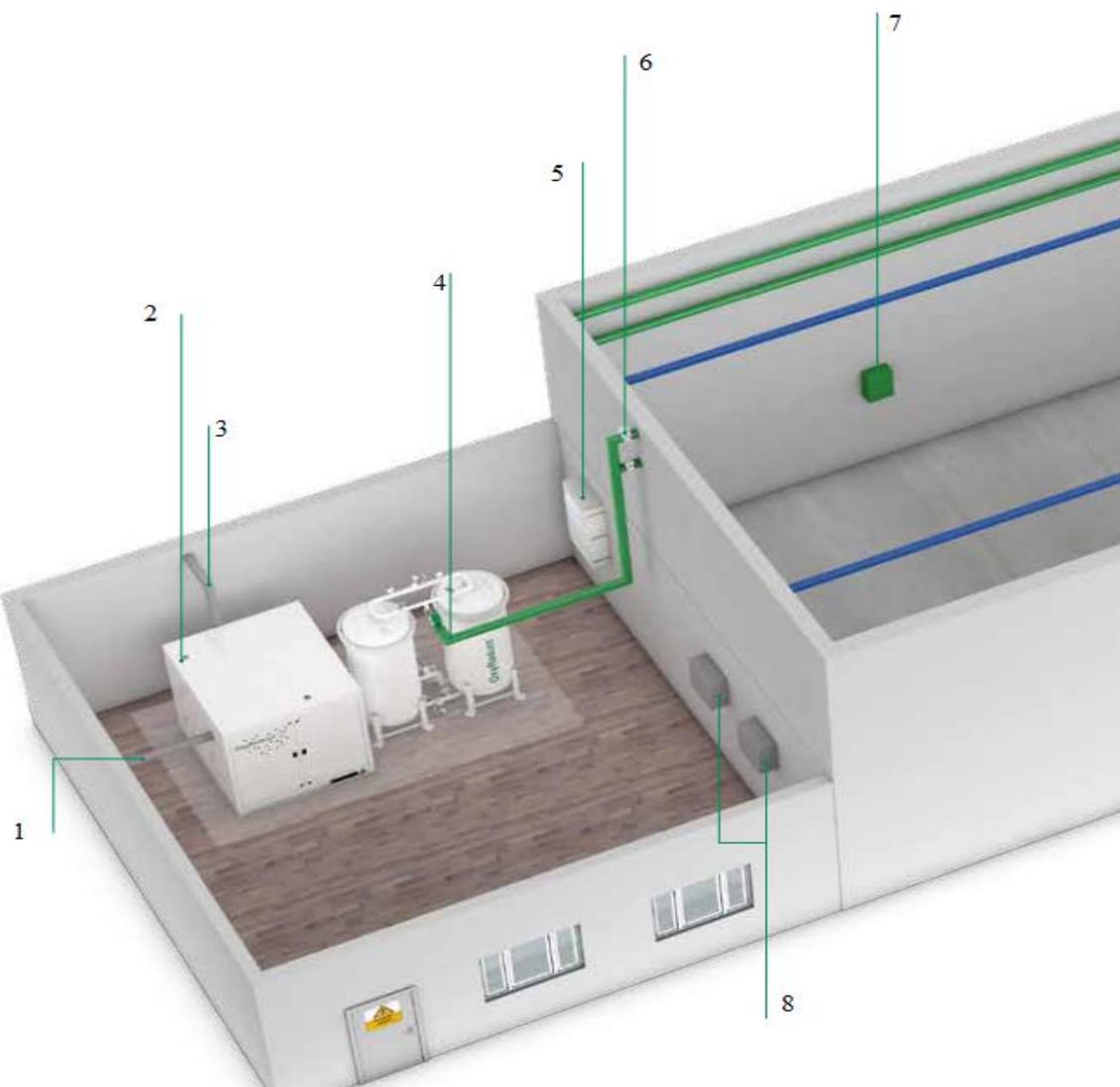
Нередко события развиваются так, непосредственно в зону хранения тлеющий очаг возгорания поступает из внешней среды и именно по этой причине активную фазу пожара можно наблюдать только спустя довольно продолжительное время, которое может составлять несколько часов. Используемое на складах большое количество поддонов из дерева, упаковочная плёнка упаковка из картона и бумаги также являются ключевыми факторами, способствующими развитию пожара.

Результаты наблюдений и статистических исследований также показывают, что в определяющем количестве случаев основная причина развития пожаров на складах заключается в наличии серьёзных технических неисправностей в электрическом оборудовании. Неисправности подобного рода можно наблюдать в таких видах оборудования, как шкафы управления, осветительные элементы, электродвигатели и электрообогреватели.

Ещё одним существенным фактором, в силу которого отмечается рост риска возникновения пожара является производство следующих огнеопасных работ: сварочные работы, мероприятия термической резки и другие виды ремонтных работ подобного типа.

Противопожарные системы OxyReduct могут использоваться для одной или для нескольких зон защиты, помимо всего иного сюда входят и помещения, имеющие значительные объёмы, а достигается подобная возможность за счёт того, что при необходимости рассматриваемые системы могут быть каскадными.

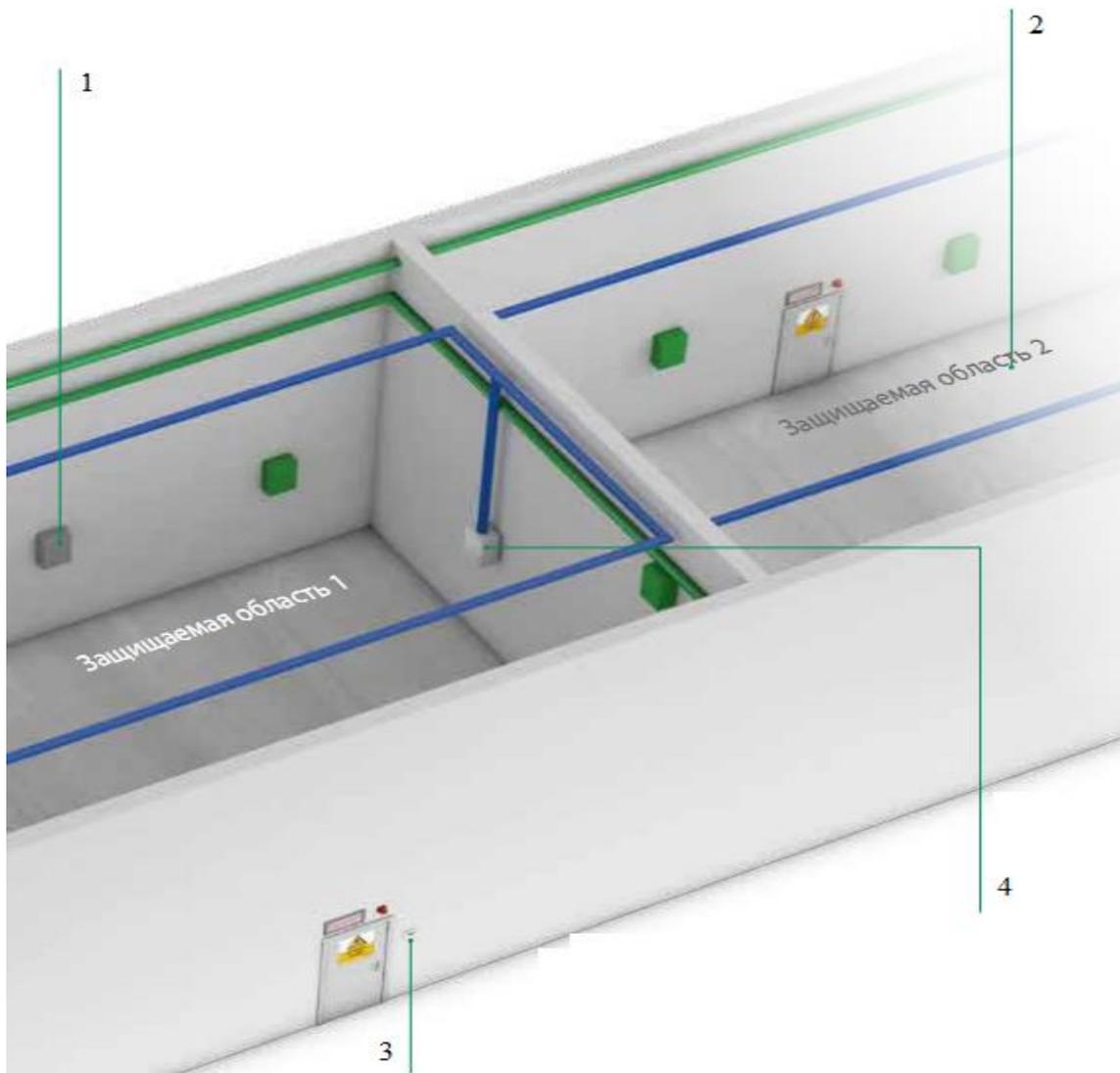
Первая часть плана работы системы OxyReduct представлена на рисунке 6.



(1 – приток воздуха, 2 – генератор, 3 – отработанный воздух, 4 – трубопровод азота, 5 – прибор управления, 6 – электроклапан, 7 – датчик, 8 – контроллеры зон 1 и 2)

Рисунок 6 – План работы системы OxyReduct (часть 1)

Вторая часть плана работы системы OxyReduct представлена на рисунке 7.



(1 – датчик кислорода, 2 – концепция защиты, 3 – табло индикации, 4 – аспирационный дымовой извещатель)

Рисунок 7 – Вторая часть плана работы системы OxyReduct

В виду того, что азот представляет собой основной компонент в составе естественной атмосферы, система OxyReduct, вместо того чтобы размещать азот на хранение в баллонах, извлекает его и структуры окружающего воздуха прямо на объекте. Таким образом, обеспечивается значительная экономия пространства для размещения оборудования, а сама система имеет более высокий показатель своей гибкости. В виду основных природных свойств азота создается гарантия того, что он будет с

максимальным уровнем продуктивности распределяться в границах совокупного объема помещения, подлежащего защите. Таким образом создаются условия для достижения равномерного показателя концентрации кислорода в таком помещении.

Получение азота основано на мембранной технологии, при использовании которой «окружающий воздух пропускают через полимерную мембрану, состоящую из полых волокон, напоминающих тонкие соломинки. Волокна не пропускают молекулы кислорода, в то время как более мелкие молекулы азота проходят через стенки мембраны. Полученный таким образом азот подается в зону защиты через систему трубопроводов» [28].

Вакуумная адсорбция с переменным давлением и адсорбция с переменным давлением – «методы использующие углеродные молекулярные сита для производства азота. Углеродные молекулярные сита отделяют кислород от азота. Чтобы сделать это, система OxyReduct подает окружающий воздух в резервуар с углеродными молекулярными ситами под определенным давлением, в котором молекулы кислорода задерживаются, а азот беспрепятственно проходит через резервуар и подается в защищаемое помещение» [36].

В результате использования методов снижения и поддержания на постоянной основе низкого уровня концентрации кислорода, система OxyReduct создаёт необходимые условия для эффективного предотвращения пожаров, не позволяет им развиваться и распространяться. В процессе производства анализа на предмет определения находящихся в зоне защиты горючих материалов и при владении информацией о границах их воспламенения, принимаются решения по поводу необходимого уровня концентрации кислорода, который требуется обеспечить и в процессе непосредственной подачи в помещение азота, создаются предпосылки для снижения атмосферной концентрации кислорода до нужного значения, после чего проводится работа по непрерывному поддержанию его на данном уровне, не допуская таким образом горения (рисунок 8).

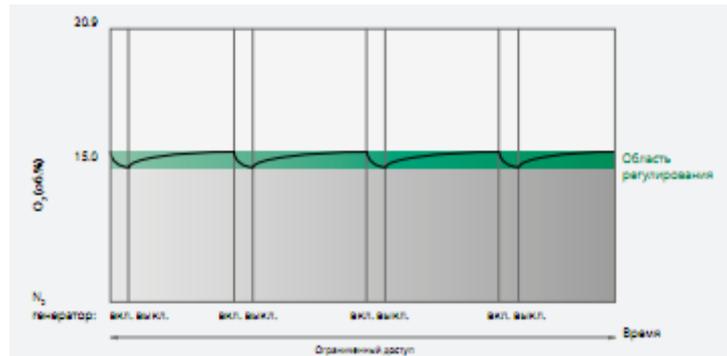


Рисунок 8 – Постоянное поддержание пониженной концентрации кислорода

Преимущества указанного метода:

- «экономия электроэнергии – в случае появления дыма (первый уровень концентрации) помещение остается доступно для персонала, что дает возможность принять необходимые меры;
- поэтапное пожаротушение в целях минимизации последствий возгорания;
- не требуется отключение электропитания — идеально подходит для использования в центрах обработки данных (нулевое время простоя)» [14].

В результате принятия решения о применении азота в целях снижения и поддержания низкого уровня кислорода, так не создаются условия, оказывающие влияние на технологические процессы, нет и отрицательного воздействия на помещения, подлежащие защите и на товары, хранящиеся в них. Люди с надлежащим здоровьем также в отсутствие каких бы то ни было ограничений могут находиться в условиях пониженной концентрации кислорода. В целях создания таких условий, позволяющих исключить риск для здоровья и безопасности людей, предлагаемые решения также предусматривают комплекс необходимых мер в области охраны труда. Если нужно защитить помещения, исключив какие бы то ни было ограничения относительно общей продолжительности времени, в течение которого

персонал может пребывать в таких помещениях в условиях, когда максимальный показатель концентрации кислорода будет составлять до 17 об. %, то в этом случае необходимо предварительно реализовать серию мероприятий, направленных на соблюдение действующих в этом направлении правил и требований техники безопасности.

На складе АО «Мягкая кровля» достаточно сложно использовать спринклерное пожаротушение, т.к. нагрузка из-за веса труб, креплений, оросителей и пр. на стеллажи будет чрезмерной. Также использование технологии OxyReduct освободит для товара дополнительные 15% объема склада.

3.2 Анализ эффективности предлагаемых решений для АО «Мягкая кровля»

Для того, чтобы оценить экономическую эффективность в результате внедрения технологии OxyReduct, был составлен план финансового обеспечения технологии в таблице 9.

Таблица 9 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Внедрение технологии OxyReduct	План мероприятий по улучшению пожарной безопасности на 2022 г.	415 000	4 кв. 2022 г.	Главный инженер

Смета расходов на мероприятие представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Противопожарная муфта
Стоимость оборудования, руб.	241 000
Стоимость проектирования, руб.	60 000
Стоимость монтажных работ, руб.	114 000
Итого, руб.	415000

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_z = Y - Z \quad (53)$$

где « \mathcal{E}_z – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина потерь организации при пожаре, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.» [4].

$$\mathcal{E}_z = 690000 - 415000 = 275000 \text{ руб.}$$

Итак, предварительно экономический эффект является положительным значением.

Экономическая эффективность мероприятия:

$$\mathcal{E}_z = \frac{Y}{Z} \quad (54)$$

где « \mathcal{E}_z – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина потерь организации при пожаре, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.» [4].

$$\mathcal{E}_z = \frac{690000}{415000} = 1,66$$

Чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (55)$$

где « Э_t – результаты, достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения» [4].

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} \quad (56)$$

где « Э_t – результаты, достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения» [4].

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (57)$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход.

Индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (\text{Э}_t + A_t)(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=0}^T K_r (1+E)^{T-1}}, \quad (58)$$

где Э_t – результаты, достигнутые на t -ом шаге расчета.

Результаты расчет экономической эффективности предлагаемого мероприятия представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, руб.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	415000	0	0	0	0
Ежегодные затраты	-	21000	21000	21000	21000
Амортизация	-	4200	4200	4200	4200
Эффект	459600	459600	459600	459600	459600
ЧЭЭ	44600	438600	438600	438600	438600
ЧДД с нарастающим итогом	429500	419800	419800	419800	419800
Срок окупаемости	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Индекс доходности	1,6				

Выводы по третьему разделу

В третьем разделе подведены итоги результатов патентно-информационного анализа существующих решений, уточнено, что элементная база противопожарных систем постоянно совершенствуется, но достичь высокого уровня безопасности с системами, которые используют классические пожарные извещатели, не всегда удается, поэтому следует прибегать к инновационным разработкам в области обеспечения пожарной безопасности.

В результате исследования было выяснено, что складским помещениям АО «Мягкая кровля» требуется дополнительная противопожарная защита, поэтому было принято решение сосредоточиться на мерах, которые обеспечивают раннее обнаружение возгораний.

После сравнения нескольких технических решений была выбрана инновационная комплексная система OxyReduct. Данная система позволяет создать условия поддержания более низкого уровня кислорода с помощью подведения азота. Данные действия позволяют получить пониженную концентрацию кислорода, которая в разы снижает возможность воспламенения, так как объёма оставшегося кислорода попросту недостаточно для инициации процессов горения.

Заключение

В первом разделе рассмотрены теоретические аспекты систем предупреждения возгорания на объекте. В современных условиях использование автоматических систем пожаротушения, систем сигнализаций и оповещения, обеспечивают раннее обнаружение возгорания, позволяют минимизировать наносимый пожаром ущерб и предотвратить гибель людей, также они обеспечивают сокращение косвенных потерь от остановок технологического оборудования и прекращения производства. В действующих системах раннего обнаружения источников возгорания используются классические пожарные извещатели-датчики или видео-аналитические решения.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что эффективность противопожарных систем возможна при комплексном использовании разных типов классических извещателей. Такой подход позволит обеспечить своевременное выявление пожара на его начальном этапе.

Во втором разделе представлена характеристика объекта исследования – АО «Мягкая кровля», который расположен на территории г. Самара, на пересечении Заводское шоссе и ул. Белгородская по адресу: улица Белгородская 1.

Во втором разделе представлена характеристика пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве, меры защиты личного состава. Охарактеризована система наружного и внутреннего водоснабжения в зданиях и сооружениях, представлен план действий персонала при возникновении пожара, рассмотрен прогноз развития пожара на рассматриваемом объекте.

По результатам исследования, проведенного в третьем разделе, можно сказать, что элементная база противопожарных систем постоянно совершенствуется, но достичь высокого уровня безопасности с системами, которые используют классические пожарные извещатели, не всегда удается,

поэтому следует прибегать к инновационным разработкам в области обеспечения пожарной безопасности.

Поскольку основные площади АО «Мягкая кровля», которые нуждаются в противопожарной защите, это складские помещения, то важно, чтобы соответствующие меры были приняты на ранних стадиях возгорания.

При производстве настоящего исследования к внедрению предлагается комплексная система OxyReduct. Исследование системы позволит создать условия для снижения и поддержания на непрерывной основе пониженного уровня кислорода в помещении. В результате обеспечения такого состава воздуха создаются условия, при которых возникновение пожара и его последующее распространение не может произойти, так как совокупного объёма оставшегося кислорода попросту недостаточно для инициации процессов горения. Таким образом, общий риск возникновения пожаров и развития негативных последствий, обусловленных влиянием дыма, сажи и средств пожаротушения, сводится к нулю.

На складе АО «Мягкая кровля» достаточно сложно использовать спринклерное пожаротушение, т.к. нагрузка из-за веса труб, креплений, оросителей и пр. на стеллажи будет чрезмерной. Также использование технологии OxyReduct освободит для товара дополнительные 15% объема склада.

Список используемых источников

1. Азаров В. П., Рудченко Г. И., Кузнецова Н. С. Анализ сценариев возможного развития пожаров в зданиях учреждений, построенных по типовым проектам // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Стр-во и архитектура, 2017. № 3. С. 12-17.
2. Азаров В. П., Рудченко Г. И., Кузнецова Н. С. О расчёте времени эвакуации людей при обеспечении пожарной безопасности зданий // Вести. ВолгГАСУ. Стр-во и архитектура. 2018. № 23. С. 116-122.
3. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Чем и как тушить пожар // Современные проблемы пожарной безопасности: теория и практика (FireSafety 2020). Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, РИК УГАТУ, 2020. С. 146 -151.
4. Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.rosdistant.ru/mod/assign/view.php?id=120311> (дата обращения: 01.11.2022).
5. Андреев А. О. Экспресс-оценка возможностей первичных средств пожаротушения в управленческих решениях при осуществлении государственного пожарного надзора : дис. ... канд. техн. наук. М. , 2018. 128 с.
6. Аниськина Ю. А., Самошин Д. А. Влияние автоматических систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей на время начала эвакуации // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. 2018. № 4. С. 25-29.
7. Вакарёв А.А. Перспективы научных исследований в области управления в чрезвычайных ситуациях // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2018. № 2–1(10). С. 59–62.
8. Волков В.А., Дешевых Ю.С. Пожарный надзор в современных условиях // Гражданская защита. 2017. №3. С. 15-17.

9. Государственный надзор МЧС России в 2021 году. Информационно-аналитический сборник. М. : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 45 с.
10. Еремина Т. Ю. Эффективные решения в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений в Российской Федерации. М. : Юнити-Дана, 2018. 126 с.
11. Ефимов В.Т. Оценка пожарной опасности в учреждениях // Основы безопасности жизни. 2020. №5. С. 45-49.
12. Клепинина Т.А. Пожарная безопасность // ОБЖ. 2019. №8. С. 28-35.
13. Клепинина Т.А., Комова М.В., Прытков Г.Б. Способы обеспечения пожарной безопасности зданий // Основы безопасности жизнедеятельности. 2021. №1. С. 36-56.
14. Князев П.В. Организация и управление процессом обеспечения пожарной безопасности учреждения // Основы безопасности жизни. 2021. №9. С. 56-58.
15. Лепешкин О. М. Комплексные средства безопасности и технические средства охранно-пожарной сигнализации. М. : Гелиос АРВ, 2017. 288 с.
16. Магауенов Р. Г. Системы пожарно-охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения. М. : Горячая линия, 2019. 846 с.
17. Максимов А.В., Матвеев А.В., Попивчак И.И. Перспективные направления информационно-аналитической деятельности в области обеспечения пожарной безопасности // Геополитика и безопасность. 2018. № 2(30). С. 113–117.
18. Михайлов Ю.М. Пожарная безопасность. М.: Альфа-Пресс, 2017. 144 с.
19. Мокроусов В.П. Пожары и взрывы // Основы безопасности жизнедеятельности. 2019. №4. С. 32-38.
20. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 07.11.2022).

21. Организация и управление противопожарной безопасностью: учебник. М.: Кедр, 2019. 425 с.

22. Пожарная и взрывная безопасность. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для ин-тов. М.: Просвещение, 2021. 446 с.

23. Пожарная и аварийная безопасность // Сборник материалов международной научно-практической конференции // Иваново. №11. 2020. С. 5-220.

24. Правдов М. А. Пространственно-временная структура ходьбы и «схема тела» // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка, 2019. № 4. С. 44-46.

25. Присяжнюк Н.Л., Соловьева Т.Н. Пожарная опасность и пожарный риск. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. 315 с.

26. ПТП АО «Мягкая кровля» / 2 ПСЧ 3 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России, 2022. 108 с.

27. Рудченко Г. И. Анализ нормативных документов, регламентирующих обеспечение пожарной безопасности при проектировании и строительстве учреждений // Проблемы охраны производственной и окружающей среды. 2018. №3. С. 57-60.

28. Саво И. Л. Пожарная безопасность. СПб. : Детство Пресс, 2019. 224 с.

29. Самошин Д. А., Слюсарев С. В. Исследования времени начала эвакуации людей из учреждений и жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность. 2016. № 8. С. 58-67.

30. Самошин Д. А., Холщевников В. В. Проблемы нормирования времени начала эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. 2018. № 5. С. 37-51.

31. Слюсарев С. В., Самошин Д. А. Параметры движения для определения расчетного времени эвакуации из зданий с их массовым пребыванием // Пожаровзрывобезопасность. 2018. № 4. С. 43-55.

32. Смирнов С. Н. Противопожарная безопасность. М. : ДиС, 2017. 144 с.
33. Соломин В. П. Пожарная безопасность : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. М. : ИЦ Академия, 2018. 224 с.
34. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123 (ред. от 14.07.2022). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 15.10.2022).
35. Федоров В. С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий. М. : АСВ, 2016. 176 с.
36. Холщевников В. В., Самошин Д. А. Проблемы обеспечения пожарной безопасности людей в зданиях с их массовым пребыванием // Пожаровзрывобезопасность, 2014. № 8. С. 34-49.
37. A look into the past and the future of advancements in the firefighting industry [Электронный ресурс]: International fire fighter URL: <https://iffmag.mdmpublishing.com/a-look-into-the-past-and-the-future-of-advancements-in-the-firefighting-industry/> (дата обращения: 21.02.2021).
38. Personal Protective Equipment [Электронный ресурс]: Creativesafetysupply URL: <https://www.creativesafetysupply.com/articles/personal-protectiveequipment/> (дата обращения: 14.02.2021).
39. Personal protective equipment [Электронный ресурс]: Risk at Work URL: <https://www.hse.gov.uk/toolbox/ppe.htm> (дата обращения: 15.02.2021).
40. Task Force Tips unveils 2 new Master Stream nozzles at FDIC [Электронный ресурс]: FireRescuare1 URL: <https://www.firerescue1.com/fire-products/water-supply/nozzles/articles/393833018-Task-Force-Tips-unveils-2-new-Master-Stream-nozzles-at-FDIC/> (дата обращения: 05.02.2021).
41. The future of fire apparatus and emergency equipment [Электронный ресурс]: WWW.Fama.org URL: <https://fama.org/wp->

content/uploads/2015/09/1441306255_55e8968fa7fb0.pdf (дата обращения:
06.02.2021).